COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS,

AVEC LE CONCOURS
DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE.

TOME DEUX-CENT-TRENTE-DEUXIÈME.

JANVIER — JUIN 1951.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1951

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1951

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Section Ire. — *Géométrie.*

MM.
Hadamard (*Jacques*-Salomon), G. O. ✻.
Borel (Félix-Edouard-Justin-*Émile*), G. C. ✻, ✠, ✠.
Cartan (*Élie*-Joseph), C. ✻.
Julia (*Gaston*-Maurice), G. O. ✻, ✠.
Montel (*Paul*-Antoine), C. ✻.
Denjoy (*Arnaud*), O. ✠.

Section II. — *Mécanique.*

Villat (*Henri*-René-Pierre), O. ✻.
Caquot (*Albert*-Irénée), G. O. ✻, ✠.
Pérès (*Joseph*-Jean-Camille), O. ✻.
Vessiot (*Ernest*-Paulin-Joseph), C. ✻.
Beghin (*Henri*), C. ✻.
Roy (Paul-Mary-Ferdinand-*Maurice*), O. ✻.

Section III. — *Astronomie.*

Esclangon (*Ernest*-Benjamin), C. ✻.
Maurain (*Charles*), G. O. ✻
Fayet (*Gaston*-Jules), O. ✻.
Chazy (*Jean*-François), O. ✻, ✠.
Lyot (*Bernard*-Ferdinand), ✻.
Danjon (*André*-Louis), O. ✻, ✠.

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

Tilho (*Jean*-Auguste-Marie), G. O. ✻, ✠.
Durand-Viel (*Georges*-Edmond-Just), G. C. ✻, ✠, ✠.
Barrillon (*Émile-Georges*), C. ✻.
Martonne (*Emmanuel*-Louis-Eugène de), O. ✻.
Cot (*Donatien*), C. ✻.
Poivilliers (*Georges*-Jean), O. ✻, ✠.

SECTION V. — *Physique générale.*

MM.
COTTON (*Aimé*-Auguste), C. ✻.
JOLIOT (*Frédéric*), C. ✻.
BECQUEREL (*Jean*-Antoine-Edmond-Marie), C. ✻.
CABANNES (*Jean*), O. ✻, ✠.
RIBAUD (*Gustave*-Marcel), O. ✻, ✠.
LEPRINCE-RINGUET (*Louis*-Marie-Edmond), ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

BERTRAND (*Gabriel*-Émile), C. ✻.
DELÉPINE (Stéphane-*Marcel*), C. ✻.
LEBEAU (*Paul*-Marie-Alfred), C. ✻.
JOLIBOIS (Médard-*Pierre*), O. ✻, ✠.
PASCAL (*Paul*-Victor-Henri), O. ✻.
DUFRAISSE (*Charles*-Robert), O. ✻.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

JACOB (*Charles*-François-Étienne), O. ✻, ✠.
MAUGUIN (*Charles*-Victor), O. ✻.
GRANDJEAN (*François*-Alfred), O. ✻.
MARGERIE (*Emmanuel*-Marie-Pierre-Martin JACQUIN DE), O. ✻.
MICHEL-LÉVY (*Albert*-Victor), C. ✻, ✠.
FALLOT (*Paul*), ✻.

SECTION VIII. — *Botanique.*

BLARINGHEM (*Louis*-Florimond), C. ✻.
CHEVALIER (*Auguste*-Jean-Baptiste), C. ✻.
SOUÈGES (Étienne-Charles-*René*), ✻.
MAGROU (*Joseph*-Émile), O. ✻.
HEIM (*Roger*-Jean), ✻, ✠.
COMBES (*Raoul*-Pierre-Émile), O. ✻.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

LECLAINCHE (Auguste-Louis-*Emmanuel*), G. O. ✻.
LAPICQUE (*Louis*-Édouard), C. ✻, ✠.
SCHRIBAUX (Pierre-*Émile*-Laurent), C. ✻.

MM.
JAVILLIER (Jean-*Maurice*), C. ✱, ✠.
DEMOLON (*Albert*-Omer), O. ✱.
MAYER (*André*), C. ✱.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

CAULLERY (*Maurice*-Jules-Gaston-Corneille), C. ✱.
PÉREZ (*Charles*), C. ✱.
ROUBAUD (*Émile*-Charles-Camille), C. ✱.
WINTREBERT (*Paul*-Marie-Joseph), ✱.
FAGE (Baptiste-*Louis*), O. ✱.
GRASSÉ (*Pierre*-Paul), ✱.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

PORTIER (*Paul*), O. ✱.
BINET (*Léon*-René), G. O. ✱, ✠.
LAUBRY (*Charles*), G. O. ✱.
HARTMANN (*Henri*-Albert-Charles-Antoine), G. O. ✱.
LERICHE (*René*), C. ✱, ✠.
. . . .

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BROGLIE (*Louis*-Victor-Pierre-Raymond, prince DE), C. ✱, pour les Sciences mathématiques.
COURRIER (Marie-Jules-Constant-*Robert*), O. ✱, ✠, pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

BROGLIE (Louis-César-Victor-*Maurice*, duc DE), C. ✱.
GRAMONT (*Armand*-Antoine-Auguste-Agénor, duc DE), C. ✱.
GUTTON (Antoine-Marie-*Camille*), C. ✱.
DUCLAUX (*Jacques*-Eugène), O. ✱, ✠.
JOLLY (*Justin*-Marie-Jules), O. ✱.
PÉRARD (*Albert*-Gustave-Léon), C. ✱, ✠.
RAMON (*Gaston*-Léon), G. O. ✱.
HACKSPILL (*Louis*-Jean-Henri), O. ✱, ✠.
TRÉFOUËL (*Jacques*-Gustave-Marie), O. ✱.
LACASSAGNE (*Antoine*-Marcellin-Bernard), O. ✱.

MEMBRES NON RÉSIDANTS.

MM.

CUÉNOT (*Lucien*-Claude-Jules-Marie), C. ✻, à Nancy.
CAMICHEL (*Charles*-Moïse), O. ✻, au Cap Dorat, par Lavaur (Tarn).
PICART (Théophile-*Luc*), O. ✻, à Floirac (Gironde).
SERGENT (Étienne-Louis-Marie-*Edmond*), C. ✻, ✠, à Alger.
BOUIN (André-*Pol*), O. ✻, à Vendresse (Ardennes).
HAAG (*Jules*), O. ✻, à Besançon.
GIGNOUX (*Maurice*-Irénée-Marie), O. ✻, à Grenoble.
LEJAY (*Pierre*), ✻, ✠.
BATAILLON (Jean-*Eugène*), O. ✻, à Montpellier.
DEVAUX (*Henri*-Edgard), O. ✻, à Bordeaux.
TEILHARD DE CHARDIN (*Pierre*-Marie-Joseph), O. ✻, ✠, ✠.
DUPOUY (*Gaston*-Léopold), ✻, à Toulouse.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE.

ESNAULT-PELTERIE (*Robert*-Albert-Charles), O. ✻, à Genève (Suisse).
PORTEVIN (*Albert*-Marcel-Germain-René), C. ✻, à Paris.
CHEVENARD (*Pierre*-Antoine-Jean-Sylvestre), O. ✻, à Paris.
BARTHÉLEMY (*René*), O. ✻, à Fontenay-aux-Roses (Seine).
DARRIEUS (*Georges*-Jean-Marie-Eugène), O. ✻, ✠, à Houilles (Seine-et-Oise).
PARODI (*Hippolyte*), O. ✻, ✠, à Paris.

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

BORDET (*Jules*-Jean-Baptiste-Vincent), G. C. ✻, à Bruxelles.
WINOGRADSKY (*Serge*), à Brie-Comte-Robert (Seine-et-Marne).
EINSTEIN (*Albert*), à Princeton (New-Jersey).
LA VALLÉE POUSSIN (*Charles*-Jean-Gustave-Nicolas DE), C. ✻, à Uccle-Bruxelles.
LUGEON (*Maurice*), G. O. ✻, à Lausanne (Suisse).
BOHR (*Niels* Henrik David), O. ✻, à Copenhague.
SHERRINGTON (Sir *Charles* Scott), à Cambridge (Angleterre).
ADAMS (*Walter Sydney*), à Pasadena (Californie).
HAAS (*Wander Johannes* DE), O. ✻, à Leyde (Pays-Bas).
RUSSELL (Sir Edward *John*), à Woodstock (Angleterre).
BLAKESLEE (*Albert Francis*), à Northampton (Massachusetts).
RAMAN (Sir *Chandrasekhara Venkata*), à Bangalore (Indes).

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10).

DICKSON (*Leonard Eugene*), à Joliet (Illinois).
NÖRLUND (*Niels Erik*), C. ✻, à Copenhague.
BERNSTEIN (*Serge*), à Moscou.
CASTELNUOVO (*Guido*), à Rome.
DULAC (*Henri*-Claudius-Rosario), ✻, à Lyon.
VINOGRADOV (*Ivan* Matveevich), à Moscou.
WEYL (*Hermann*), à Princeton (New Jersey).
POLYA (*George*), à Palo Alto (Californie).
SIERPINSKI (*Waclaw*), O. ✻, à Varsovie.
RIESZ (*Frederic*), à Budapest.

SECTION II. — *Mécanique* (10).

ROY (*Louis*-Maurice), ✻, à Toulouse.
THIRY (*René*-Paul-Eugène), O. ✻, à Malakoff (Seine).
RIABOUCHINSKY (*Dimitri* Pavlovitch), à Paris.
THULOUP (Émile-Adrien-*Albert*), C. ✻, à Grasse (Alpes-Maritimes).
BOULIGAND (*Georges*-Louis), ✻, à Paris.
TIMOSHENKO (*Stephen*), à Palo Alto (Californie).
LERAY (*Jean*), à Sceaux (Seine).
KÁRMÁN (*Théodore* DE), O. ✻, à Pasadena (Californie).
TAYLOR (Sir *Geoffrey Ingram*), à Cambridge (Angleterre).
COLONNETTI (*Gustavo*), O. ✻, à Rome.

SECTION III. — *Astronomie* (10 + 1).

BOSLER (*Jean*), ✻, à Marseille.
HERTZSPRUNG (*Ejnar*), à Leyde (Pays-Bas).
RUSSELL (*Henry Norris*), à Princeton (New Jersey).
JONES (Sir Harold *Spencer*), à Herstmonceux Castle (Angleterre).
SHAPLEY (*Harlow*), à Cambridge (Massachusetts).

MM.
DELPORTE (*Eugène*-Joseph), à Uccle-Bruxelles.
STØRMER (Fredrik *Carl* Mülertz), à Vestre Aker (Norvège).
STRATTON (*Frederick* John Marrian), ✻, à Cambridge (Angleterre).
DAUVILLIER (*Alexandre*-Henri-Georges), à Bagnères (Hautes-Pyrénées).
HUBBLE (*Edwin* Powell), à Mount Wilson (Californie).
LINDBLAD (*Bertil*), à Stockholm.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (10 + 1).

HEDIN (*Sven* Anders), à Stockholm.
VENING MEINESZ (*Felix Andries*), à Amersfoort (Pays-Bas).
POISSON (Victor-Marie-Augustin-*Charles*), ✻, ✠, à Tananarive.
KOCH (*Lauge*), O. ✻, à Copenhague.
MARGUET (*Frédéric*-Philippe), C. ✻, à Villeneuve-Loubet (Alpes-Maritimes).
ROUCH (*Jules*-Alfred-Pierre), O. ✻, ✠, à Monaco.
MONOD (*André*-Théodore), à Dakar.
HAVELOCK (*Thomas Henry*), à Newcastle on Tyne (Angleterre).
LAMBERT (*Walter Davis*), à Canaan (Connecticut).
PÉLISSIER (*Léon*-Alexandre-Melchior), O. ✻, à Sanary sur Mer (Var).
BAULIG (Henri), ✻, à Strasbourg.

SECTION V. — *Physique générale* (10).

MILLIKAN (*Robert Andrews*), ✻, à Pasadena (Californie).
TOWNSEND (*John* Sealy), ✻, à Oxford (Angleterre).
HULUBEI (*Horia*), O. ✻, à Bucarest.
REBOUL (*Georges*-Scipion-Antoine), O. ✻, ✠, à Montpellier.
FORTRAT (*René*-Lucien), ✻, à Grenoble.
HENRIOT (*Émile*-Jean-Charles), ✻, ✠, à Boitsfort (Belgique).
BLACKETT (*Patrick* Maynard Stuart), à Manchester (Angleterre).
KRAMERS (*Hendrik Anthony*), O. ✻, à Oegstgeest (Pays-Bas).
MALLEMANN (*René*-Jean-Gérard-Henri DE), ✻, à Nancy.
ANDRADE (Edward Neville *da Costa*), ✻, à Londres.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (10 + 1).

WALDEN (*Paul*), à Gammertingen (Allemagne).
HOLLEMAN (*Arnold Frederik*), ✻, à Bloemendaal (Pays-Bas).
DENIGÈS (*Georges*-Noël-Fort), O. ✻, à Bordeaux.

MM.

LOCQUIN (Émile-*René*), ✻, à Lyon.
COURTOT (*Charles*-Hippolyte), ✻, à Nancy.
ROBINSON (Sir *Robert*), à Oxford (Angleterre).
KARRER (*Paul*), à Zurich.
BRINER (*Émile*), ✻, à Genève.
EULER-CHELPIN (*Hans* Karl August Simon VON), à Stockholm.
DESCH (*Cecil Henry*), à Londres.
CORNUBERT (*Raymond*-Alexandre-Louis), O. ✻, à Nancy.

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

BIGOT (*Alexandre*-Pierre-Désiré), O. ✻, à Mathieu (Calvados).
FOURMARIER (*Paul* Frédéric Joseph), ✻, à Liége (Belgique).
BRAGG (Sir *William Lawrence*), à Cambridge (Angleterre).
NIGGLI (*Paul*), à Zurich (Suisse).
DALY (*Reginald Aldworth*), à Cambridge (Massachusetts).
DELÉPINE (*Gaston*-Georges), à Lille.
PRUVOST (*Pierre*-Eugène-Marie-Joseph), O. ✻, à Paris.
PAULING (*Linus* Carl), à Pasadena (Californie).
BESAIRIE (*Henri*-Michel-Édouard), ✻, à Tananarive (Madagascar).
MORET (*Léon*-Marie-Louis), ✻, ✠, à Grenoble.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

PERRIER DE LA BÂTHIE (Marie-Joseph-*Henri*-Alfred), ✻, à Saint-Pierre-d'Albigny (Savoie).
NICOLAS (Léon-Marie-Joseph-*Gustave*), ✻, à Toulouse.
MERRILL (*Elmer Drew*), à Jamaica Plain (Massachusetts).
BOULY DE LESDAIN (*Maurice*-Léopold-Joseph), à Lille.
BECQUEREL (*Paul*), ✻, à Neuilly (Seine).
LITARDIÈRE (*René*-Jean-Alexandre VERRIET DE), ✻, à Grenoble.
GÄUMANN (*Ernst*), à Zurich.
DANGEARD (*Pierre*-Jean-Louis), ✻, ✠, à Bordeaux.
EMBERGER (*Louis*-Marie), ✻, à Montpellier.
MELIN (Johannes Botvid *Elias*), à Upsal (Suède).

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARCHAL (*Émile* Jules Joseph), à Bruxelles.
TSCHERMAK VON SEYSENEGG (*Erich*), à Vienne (Autriche).
WAKSMAN (*Selman* Abraham), à New Brunswick (New-Jersey).

MM.

GUINIER (Marie-Joseph-Jean-Baptiste-*Philibert*), C. ✱, à Paris.
HITIER (*Henri*-Joseph-Robert), C. ✱, à Revelles (Somme).
WALLACE (*Thomas*), à Bristol (Angleterre).
DONATIEN (*André*-Louis), ✱, ✠, à Alger.
PALLMANN (*Hans* Adolf), à Zollikon (Suisse).
....
....

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

GUYÉNOT (*Émile*-Louis-Charles), ✱, à Genève.
PEYERIMHOFF DE FONTENELLE (Marie-*Paul* DE), O. ✱, à Alger.
ANCEL (*Paul*-Albert), ✱, à Paris.
BEAUCHAMP (Charles-Alfred-*Paul* MARAIS DE), ✠, à Paris.
POLICARD (*Albert*), O. ✱, ✠, à Lyon.
HARRISON (*Ross Granville*), à New Haven (Connecticut).
KEILIN (*David*), à Cambridge (Angleterre).
MORTENSEN (*Theodor* Ole Jensen), à Copenhague.
HUXLEY (*Julian* Sorell), à Londres.
DAWIDOFF (*Constantin*), à Sceaux (Seine).

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LUMIÈRE (*Auguste*-Marie-Louis-Nicolas), G. O. ✱, à Lyon.
HOLMGREN (*Israël*), C. ✱, à Stockholm.
REMLINGER (*Paul*-Ambroise), C. ✱, à Tanger (Maroc).
FLEMING (Sir *Alexander*), C. ✱, à Londres.
BÉRARD (*Léon*-Eugène), C. ✱, à Lyon.
GALLAVARDIN (*Louis*-Bénédict), ✱, à Lyon.
ADRIAN (*Edgar Douglas*), ✱, à Cambridge (Angleterre).
HOUSSAY (*Bernard* Albert), O. ✱, à Buenos-Aires.
HEYMANS (*Corneille* Jean François), à Gand (Belgique).
....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 3 JANVIER 1951.

PRÉSIDENCE DE M. GASTON JULIA, PUIS DE M. MAURICE JAVILLIER.

M. **Gaston Julia**, Président, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres, les Associés étrangers et les Correspondants pendant le cours de l'année 1950.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1951.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Les fascicules de l'année 1950 ont paru chaque semaine régulièrement.

Les Tables des tomes 224 et 225 (1er et 2e semestres de l'année 1947) sont parues et ces volumes ont été mis en distribution. Les Tables des tomes 226 à 231 sont en préparation.

Le volume des Tables générales pour la période 1895-1910, *Matières*, est en préparation.

Notices et discours. — Le tome 3 est en préparation.

Procès-verbaux des séances de l'Académie des Sciences, tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835.

Un volume de Tables générales est en voie d'achèvement.

Annuaire de l'Académie. — L'Annuaire pour 1951 a paru; il est mis en distribution au cours de la présente séance.

Index biographique des Membres et Correspondants de l'Académie des Sciences. — Une nouvelle édition est en préparation.

Membres décédés depuis le 1er janvier 1950.

Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Hyacinthe Vincent**, le 23 novembre, à Paris.

Membres non résidants. — M. **Émile Cotton**, le 14 mars à Grenoble.

Membres élus depuis le 1er janvier 1950.

Section d'Économie rurale. — M. **André Mayer**, le 26 juin, en remplacement de M. **Richard Fosse**, décédé.

Membres non résidants. — Le R. P. **Pierre Teilhard de Chardin**, le 22 mai, en remplacement de M. **René Maire**, décédé;

M. **Gaston Dupouy**, le 18 décembre, en remplacement de M. **Émile Cotton**, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Hyacinthe Vincent**, mort à Paris, le 23 novembre 1950.

Correspondants décédés depuis le 1er janvier 1950.

Pour la Section d'Économie rurale. — M. **Denis Brocq-Rousseu**, le 22 janvier, à Paris.

M. **Costantino Gorini**, le 3 septembre, à Milan.

Pour la Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Émile Jeanbrau**, le 14 mai, à Montpellier.

Correspondants élus depuis le 1er janvier 1950.

Pour la Section de Mécanique. — M. **Gustavo Colonnetti**, le 13 février, à Rome, en remplacement de M. **Maurice Roy**, élu Membre de la Section.

Pour la Section de Physique générale. — M. **Edward Neville da Costa Andrade**, le 6 février, à Londres.

Pour la Section de Botanique. — M. **Elias Melin**, le 16 janvier, à Upsal, en remplacement de M. **Emmanuel Teodoresco**, décédé.

Pour la Section d'Économie rurale. — M. **Hans Adolf Pallmann**, le 13 février, à Zurich, en remplacement de M. **André Boivin**, décédé.

Correspondants à remplacer.

Pour la Section d'Économie rurale. — M. **Denis Brocq-Rousseu**, mort à Paris, le 22 janvier 1950.

M. **Costantino Gorini**, mort à Milan, le 3 septembre 1950.

Pour la Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Émile Jeanbrau**, mort à Montpellier, le 14 mai 1950.

Pour les Divisions des Membres libres et des Applications de la science à l'industrie (1). — Sir **Chandrasekhara Venkata Raman**, Correspondant pour la Section de Physique générale, élu Associé étranger, le 27 juin 1949.

Le R. P. **Pierre Teilhard de Chardin**, Correspondant pour la Section de Minéralogie, élu Membre non résidant le 22 mai 1950.

M. **Gaston Dupouy**, Correspondant pour la Section de Physique générale, élu Membre non résidant, le 18 décembre 1950.

M. **Gaston Julia**, Président sortant, s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Avant de transmettre à mon successeur, suivant notre tradition, la charge de président que vous avez bien voulu me confier, laissez-moi vous remercier, et pour l'estime que vous y avez attachée, et pour les vives satisfactions que vous m'avez procurées dans l'exercice de cette charge, par le sérieux travail de vos commissions, par votre application à rechercher toujours les meilleures solutions des questions qui se posent à chaque instant, par votre constant désir d'améliorer l'efficacité de nos travaux.

Aux cordiales félicitations que je vous dois pour le passé, permettez aussi

(1) Décision du 20 février 1950.

que je joigne mes vœux pour l'avenir, en souhaitant que demain soit meilleur qu'hier, pour vous, pour vos familles, pour nos travaux, pour notre cher pays.

Deux années au bureau avec eux m'ont rendu pleinement conscient du rôle essentiel de nos secrétaires perpétuels, et du singulier bonheur qui vous a guidés dans leur choix. Je voudrais qu'ils trouvent ici l'expression bien faible de la haute estime où je les tiens, et de la vive reconnaissance que je leur garde pour l'aide constante et fraternelle qu'ils m'ont apportée.

Je dois aussi mes remerciements cordiaux à M. et Mme Gauja, nos dévoués secrétaires, à Mmes de Lambertye et Causse, leurs collaboratrices, à Eugène Correau et Jean Véjux, gardien et garçon de courses, qui s'emploient de leur mieux au travail des bureaux et services de l'Académie.

Et maintenant, mon cher Javillier, veuillez assurer la présidence, tandis que notre ami Caquot vous assistera, au cours de cette année 1951, que nous vous souhaitons féconde et heureuse.

En prenant la Présidence, M. **Maurice Javillier** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Pour la cent-cinquante-septième fois, un nouveau Président de notre Compagnie prend place en ce fauteuil (1). Mais quel dommage que je ne puisse m'imaginer qu'un mérite particulier m'ait recommandé à vos suffrages pour ce poste lourd d'honneurs et de devoirs! Je sais en effet quelles traditions gouvernent nos désignations et je sais aussi combien de mérites plus éclatants il vous eût été aisé de trouver et de sanctionner.

Les Confrères auxquels je pense en cet instant ont cru devoir s'effacer, craignant que leurs occupations ou leur santé ne leur permettent point de remplir avec ponctualité les obligations qui sont celles du Président de cette Assemblée. Mais leurs craintes étaient heureusement vaines en ce qui concerne leur santé et, les voyant toujours si actifs, si judicieux dans leurs observations, si animés par ces grandes passions qui suscitent les grandes œuvres, j'estime que c'est l'un d'eux qui, aujourd'hui, devrait, en toute justice, siéger en cette place.

A défaut d'un égal mérite, je puis du moins vous apporter cet amour de la connaissance et du vrai qui est notre trésor commun et, en quelque sorte, notre raison d'être.

Je remercie en votre nom notre Confrère Gaston Julia, qui réunit en lui les

---

(1) J. Chaptal, L. J. Gay-Lussac, D. Poisson, Ch. Dupin, E. Chevreul et J. V. Poncelet présidèrent deux fois l'Académie. Les mots *pour la cent-cinquante-septième fois* tiennent compte de cette circonstance.

qualités d'un grand Président : l'autorité, que lui confèrent ses beaux travaux mathématiques; la valeur morale, dont il donna de si héroïques témoignages et, plus simplement : le talent de conduire nos délibérations avec ordre et clarté, la volonté de solliciter notre attention par la voix qui s'élève ou la sonnette vivement agitée. Qu'il veuille bien croire à notre vive gratitude.

Je me trouve, en vérité, sans grand souci devant l'année qui s'ouvre, pour ce qui est de mes devoirs envers notre Compagnie. La tâche essentielle est en effet préparée, réfléchie, mûrie par nos dévoués Secrétaires perpétuels, dont il est inutile de rappeler que, gardiens fidèles de nos traditions, ils savent aussi, quand il convient, prudemment innover. Je ne saurais mieux faire que de suivre leurs suggestions.

De même recourrai-je pour maintes questions de détail à l'aide toujours avisée et obligeante de M. Gauja et de son Service.

Je me promets toutefois d'apporter quelques idées personnelles sur notre vie académique. Ainsi, pourquoi ne dirais-je pas aujourd'hui qu'en raison de la récente extension du droit de vote, l'article de notre Règlement intérieur du 15 avril 1816 qui règle l'accession au Bureau des Membres de l'Académie, appelle, à mon sens, une révision?

Je me félicite d'avoir à ma droite M. Albert Caquot, le grand Ingénieur, dont les travaux sur la résistance des matériaux et maintes réalisations, tels ces ballons-saucisses qui veillèrent sur nos armées et nos convois maritimes, ont illustré le nom. Son sens de l'intérêt français, ses conceptions en matière d'économie publique (rappelez-vous son exposé de 1948), sa confiance en la Science et la Technique comme facteurs de prospérité et de paix pour l'Union française et pour le Monde, seront d'un utile concours à votre Bureau, en ces mois où le cours de l'Histoire dépendra d'un effort conjugué de compréhension, de bonne volonté et de concorde entre les hommes ou de l'abandon des esprits aux passions égoïstes et hostiles.

En accédant aux fonctions que vous avez bien voulu me confier, j'ai cru devoir ne point me contenter de ce que je savais de notre Académie, de sa fondation et de son passé, dont traitent des ouvrages lus naguère; de sa vie, dont nos Comptes rendus et nos Procès-verbaux donnent une image un peu froide; de son atmosphère, que les mots ne sauraient décrire, car elle est créée par toute cette gamme de sentiments différemment nuancés qui règnent entre nous : déférence, amitié, confiance, foi commune en notre mission; créée aussi par ces conversations, en elles-mêmes si utiles, où la science et nos activités en faveur du bien public prennent la meilleure place, mais qu'il conviendrait de tempérer, afin de rendre nos présentations plus fructueuses pour tous et permettre au Bureau de pleinement accomplir ses devoirs.

J'ai voulu revenir aux textes, afin de bien fixer en mon esprit l'*objet légal* de notre Institution ; c'est du moins, le seul point que je viserai aujourd'hui.

La loi du 3 Brumaire an IV qui organise l'*Institut national des Sciences et*

des Arts, créé par la Constitution de l'an III, dit en son titre IV : « l'Institut est destiné : 1° *à perfectionner les Sciences* et les Arts *par des recherches non interrompues, par la publication des découvertes, par la Correspondance avec les Sociétés* savantes et étrangères ; 2° *à suivre les travaux scientifiques* et littéraires qui auront pour objet *l'utilité générale* et la *gloire de la République.* »

Sans doute, un texte plus jeune s'exprimerait-il un peu différemment, mais, au fond, dirait-il autre chose? Et notre Académie des Sciences n'est-elle pas, pour l'essentiel, en accord avec le texte qui intéresse l'Institut tout entier?

Perfectionner les Sciences, n'est-ce pas ce que chacun de nous, en son domaine, réalise de son mieux, par lui-même, par ses disciples, par tous ceux dont il soutient l'action?

Les perfectionner par des recherches ininterrompues, c'est assurément la seule voie efficiente. Mais des moyens d'une supérieure puissance ont-ils jamais été mis à la disposition des hommes, reconnus par le libre choix de leurs pairs comme qualifiés par l'originalité de leurs idées et l'intérêt de leurs découvertes? Heureusement existe-t-il aujourd'hui, en faveur de l'ensemble des chercheurs, d'autres moyens que ceux, tout à fait précaires, dont dispose notre Académie. Mais ceux-là mêmes ont-ils l'ampleur qu'il faudrait? Malgré d'évidents et louables efforts, les budgets de la Recherche Scientifique et, de même, les budgets de la Recherche agronomique, médicale, technique, ne correspondent pas à notre immense désir de connaître, puis de construire sur la Connaissance, en même temps que sur l'Amour, une Cité humaine éclairée, fraternelle et pacifique.

Perfectionner les sciences par la publication des découvertes, dit notre loi organique. Notre Compagnie joue certes un rôle important dans la vie scientifique de la France et du Monde en accueillant les Notes des chercheurs et les publiant en de cours délais. Ce que je souhaiterais, c'est que nos *Comptes rendus,* qui, depuis le 3 août 1835 ne connurent jamais de défaillance, tout au plus quelques retards aux heures les plus tragiques de notre Histoire, fussent le reflet fidèle de *toute* la pensée scientifique française, que, dans tous les ordres de la connaissance qui relèvent de la compétence de notre Académie, aucune nouveauté *vraiment notoire* n'échappât à un périodique qui, dans tous les laboratoires et toutes les bibliothèques, doit témoigner de notre esprit de découverte et d'invention.

Je me souviens d'une conversation qu'en 1928, à Toronto, j'eus avec Banting, où il me disait, à propos d'expériences dont il m'exposait l'objet, quelle mine de documents représentent les *Comptes rendus* de notre Académie. Il importe toujours que ceux-ci recueillent tout fait nouveau, découvert chez nous, qui influe vraiment sur l'orientation de la connaissance, afin de rester l'image de l'activité féconde et initiatrice de nos savants.

Certains de nos Collègues étrangers se méprennent d'ailleurs sur l'objectif des Notes des *Comptes rendus,* soulignent leur condensation et la difficulté où

l'on se trouve parfois de reconstituer dans le détail telle expérience brièvement rapportée. Peut-être y a-t-il, dans leurs propos, quelque pointe de vérité. C'est que nos Notes sont souvent des prises de date, j'entends la relation d'observations ou de faits expérimentaux bien acquis, auxquels l'on attache un particulier intérêt et dont la publication rapide importe. Elles n'entendent pas remplacer les mémoires, où la pensée se développe, où les techniques sont précisées, où les faits sont plus abondamment établis, où les hypothèses sont discutées, où s'affrontent les antagonismes apparents entre les phénomènes observés ou les théories suggérées. Les Notes des *Comptes rendus*, s'il arrive d'ailleurs qu'elles n'exigent aucun nouveau développement, préparent aussi les Mémoires plus copieux des périodiques spécialisés. Nos Notes ont, à côté de leurs qualités propres, l'avantage de leur concision et de leur précocité de parution, mais elles ne sauraient dispenser les travailleurs de consulter les Revues particulières. C'est ce dont, à propos des expériences dont il me faisait part, j'apportais le témoignage à l'illustre découvreur de l'insuline pancréatique.

Il nous faut aussi, toujours d'après le texte qui nous régit, tendre *à perfectionner les Sciences par la correspondance avec les autres Sociétés savantes*. Depuis le jour où la Convention, mue par un profond sentiment du devoir national, reconstitua et groupa en un organisme fortement charpenté les Académies nées sous l'Ancien régime, la rapidité accrue des communications, la multiplication des périodiques, la naissance des Bulletins analytiques, l'organisation de multiples congrès, symposia et colloques, la formation d'Unions Scientifiques internationales, etc., ont créé pour les hommes de science des facilités de se mieux connaître et d'être plus étroitement informés des travaux de leurs émules. C'est ce qui estompe quelque peu le caractère impérieux de la troisième activité que la Loi nous prescrit. Nous avons cependant le devoir, et nous cherchons précisément à le remplir, de provoquer la formation de nos Comités scientifiques nationaux et d'assurer leur liaison avec les Unions internationales. Pour l'action en faveur de la création d'autres Unions, peut-être faudra-t-il réviser certaines positions dogmatiques en faveur d'un sens plus immédiat du réel et de l'utile.

Pourquoi n'exprimerais-je pas aussi le souhait que, régulièrement, nos Associés et Correspondants, quand ils nous font l'amitié de siéger au milieu de nous, veuillent bien, dans une communication publique, nous apporter quelque chose de leur pensée ?

Enfin la loi de 1795 nous prescrit *de suivre les travaux qui ont pour objet l'utilité générale*. Je suis très frappé de ce mot *utilité*. L'Assemblée qui créa l'Institut n'a pas eu seulement pour objectif d'aider la Science pure, spéculative, désintéressée, celle qui se satisfait de pénétrer un peu plus dans la connaissance du *comment* des choses. Elle a voulu travailler pour le bien des Hommes en général et aussi en faveur de la Communauté nationale. « L'utilité publique est le but auquel doivent tendre tous vos travaux, » disait à nos

prédécesseurs la lettre du Directoire, et le citoyen Bergeron, Ministre de l'Intérieur, les invitait à s'intéresser « aux Arts mécaniques, à l'Agriculture, à l'Art vétérinaire ». Les titres de plusieurs de nos Sections soulignent que nous répondons à cette intention.

Notre Science en effet doit rester humaine. Qu'elle progresse dans la connaissance de la structure des choses, qu'elle compte les particules qui constituent la matière universelle et en perçoive l'ordonnance, qu'elle rompe les atomes, qu'elle dose tous les éléments qui conditionnent la vie, même ceux qu'on ne peut commodément exprimer qu'en microgrammes, qu'elle discerne les substrats matériels des actes physiologiques les plus complexes, c'est bien. Par là, elle ouvre à tous de nouveaux et lumineux horizons sur le Monde. Mais puisse-t-elle aussi utiliser les énergies qu'elle libère, pour des fins humaines, pénétrer les mécanismes de la vie, pour rendre celle-ci plus haute, plus douce et plus sereine! Ainsi travaillerons-nous pour « la gloire de la République » comme dit le texte de la Convention et, plus encore, pour le mieux-être de la Communauté des Hommes.

Et c'est cette même leçon que je recevais, il y a peu de mois, quand au cours d'un voyage d'étude et d'enseignement dans le Proche-Orient et en Grèce, je rencontrais, du mont Moriah de Jérusalem à l'Acropole d'Athènes, certains de ces lieux « significatifs pour l'âme », où notre Confrère, M. André Siegfried invitait récemment les Occidentaux à prendre conscience d'eux-mêmes et de leur mission. Et ce n'était pas, en les temps difficiles où nous sommes, une mauvaise préface aux obligations de la charge dont votre courtoisie m'a investi. Je vous invite, mes chers Confrères, à reprendre vos travaux.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRONIQUE. — *Mesure de l'émission secondaire des isolants.* Note (*) de M. **René Barthélemy**.

Nous avons rappelé précédemment (¹) que sous l'effet d'un impact primaire de vitesse élevée le coefficient K d'émission secondaire est en général supérieur à l'unité et que le potentiel de la surface isolante frappée monte jusqu'à une limite, fonction de K et de la loi de distribution des vitesses des électrons secondaires.

S'il est possible de citer quelques travaux sur la mesure du coefficient K (Morton, Johnson, Salow), il est plus difficile d'en trouver sur la détermination du spectre des vitesses dans le cas des corps isolants.

(*) Séance du 18 décembre 1950.

(¹) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 20.

Comme cette fonction intervient d'une façon prépondérante dans le comportement des analyseurs de télévision, j'ai élaboré une méthode de mesure qui a été appliquée depuis quelques mois dans l'étude et la vérification des cibles recevant une image électronique, issue d'une photocathode.

C'est par le relevé oscillographique du courant d'établissement que le problème a été résolu indirectement.

On projette sur une cible isolante C (*fig.* 1) un impact i_f et l'on enregistre simultanément, à l'aide d'un oscillographe : le courant de sortie i_r, issu du support conducteur S de la plaque isolante.

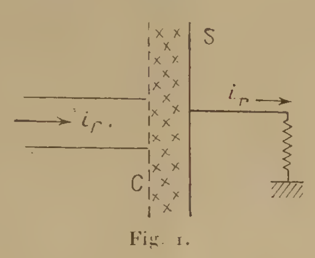


Fig. 1.

En appelant u le potentiel de la surface d'impact, compté à partir de l'anode, au temps t, K le coefficient d'émission secondaire, considéré comme constant pour les petites variations de potentiel, on a la relation

$$\int_0^u f(v)\,dv = (K-1)\,i_f - i_r.$$

La fonction $f(v)$ de répartition des vitesses, exprimées en volts est équivalente à l'expression di_s/dv, i_s étant l'émission secondaire.

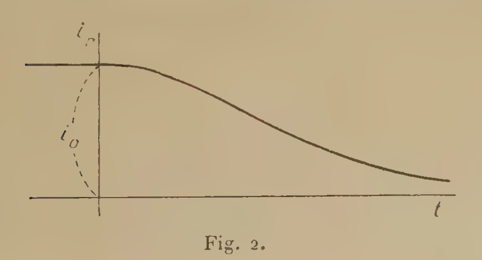


Fig. 2.

Fig. 3.

La connaissance de i_f et la mesure de i_r donnent donc à chaque instant t, l'intégrale de la fonction cherchée. La courbe $i_r(t)$ fournit aussi pour $t=0$ la valeur de K (*fig.* 2).

$$K = \frac{i_0}{i_f} + 1.$$

La tension u qui apparaît entre la surface d'impact et la cible s'obtient par

$$u = \frac{1}{C}\int_0^t i_r\,dt.$$

Par intégration graphique, on déduit la tension limite, pour t infini.

Connaissant i_r et u, on élimine la variation t entre ces deux grandeurs et, par dérivation, on construit la fonction cherchée $f(v)$.

On trouve une courbe en cloche (*fig.* 3) qu'on peut, en général, assimiler approximativement à une fonction de la forme

$$f(v) = ave^{-bv^2},$$

expression commode dans le calcul des analyseurs de télévision.

Cette méthode présente l'inconvénient de limiter le tracé à la valeur u_f du potentiel que ne peut dépasser la cible, car elle représente l'équilibre final entre l'arrivée des électrons primaires et le retour des électrons secondaires. Toutefois cette limitation ne nous a pas gêné dans les travaux que nous poursuivions; c'est la connaissance de l'abscisse v_1 du maximum, qui importait particulièrement; v_1 est compris entre 1,2 et 1,6 V, avec les matériaux essayés.

Un autre inconvénient réside dans l'imprécision introduite par les constructions graphiques successives. On peut en supprimer quelques-unes par des dispositifs électriques effectuant les intégrations et dérivations.

Des précautions opératoires et des corrections ont été nécessaires pour tenir compte des distorsions dues aux amplificateurs, des différences de potentiel de contacts, des résistances de fuite, etc. Aussi quelques variantes de la méthode ont-elles été essayées, par exemple avec un impact primaire, rupté à fréquence élevée; des polarisations initiales différentes de la cible, et des relevés très espacés dans le temps. Une autre variante consiste à établir préalablement le courant d'impact et à produire une variation brusque, de quelques volts, de la tension d'anode.

Des essais ont montré une concordance des résultats suffisante pour les applications envisagées.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La suspension de la vie des Algues, Lichens, Mousses aux confins du zéro absolu et rôle de la synérèse réversible pour leur survie au dégel expliquant l'existence de la flore polaire et des hautes altitudes.* Note de M. **Paul Becquerel**.

Des Algues vertes, des Mousses, des fragments de Lichen et leurs gonidies ont été congelés au Laboratoire cryogène de Leyde, aux confins du zéro absolu entre 0,047°K et 0,0075°K. Au dégel, ces organismes ont tous repris leur croissance et leur multiplication. Le phénomène physique de la synérèse cytonucléoplasmique réversible découverte par l'auteur en 1937, nous explique comment cette prodigieuse survie a été possible. Elle explique l'existence de la flore polaire et des hautes altitudes, congelée pendant des mois.

Des Algues vertes desséchées, Pleurocoques, Chlorelles, Stichocoques, *Merismopedia*, *Ulothrix*, des fragments du Lichen *Xanthoria parietina* avec leurs gonidies, des feuilles de Mousse, *Grimmia*, *Barbula*, se trouvaient aussi

avec les animalcules dont nous avons déjà parlé [1]. Ces organismes contenant de la chlorophylle, incluse dans la poudre d'alun de fer, ont été également plongés dans l'hélium liquide à 1°K. Soumis à la démagnétisation adiabatique, la basse température est passée, comme l'indiquaient les courbes de M. Görter, directeur du Laboratoire cryogène de Leyde, de 1°K absolu à 0,047°K et 0,0075° K, pendant deux heures. Ces divers organismes protégés dans le pli d'une lamelle de cellophane, furent ensuite retirés de la poudre d'alun de fer et ensemencés dans des milieux stérilisés convenables que j'avais préparés. Ils ont été examinés comparativement au bout d'un mois avec les organismes témoins desséchés que j'avais conservés et que j'avais ensemencés dans les mêmes conditions. Tous avaient repris leur croissance et leur multiplication. Leur réviviscence a été complète.

Nous avions déjà constaté dans des expériences antérieures [2] que ces Algues, Lichens et Mousses supportaient facilement la déssiccation, le vide, les actions des basses températures de l'air liquide, de l'hydrogène liquide et l'hélium liquide, mais nous n'avions pas encore réussi à leur faire atteindre à quelques millièmes près le zéro absolu.

Or, comment expliquer que ces plantes desséchées aient pu supporter après congélation d'aussi basses températures sans avoir été complètement désorganisées par le froid? Pour le savoir, sans émettre aucune hypothèse, il faut examiner au microscope la même cellule, avant la congélation, pendant la la congélation et au dégel; alors nous avions découvert déjà en 1937 [3] que sous l'action du froid, il se produit un phénomène physique complexe dont l'essentiel est une contraction de la cellule, et surtout de la masse nucléoplasmique, sa diminution de volume par exsudation d'eau surtout pour le noyau est facilement mesurable au micromètre. Nous l'avons appelée la synérèse cytonucléoplasmique. Ce phénomène avait été confondu par les anciens physiologistes avec la plasmolyse et rapproché de la fanaison à la suite de la sécheresse; mais il n'a rien de commun, car les cellules synérésées ne présentent pas les figures de la plasmolyse. Leur protoplasma pendant leur refroidissement plus dense et leur noyau plus petit restent en place ainsi que les membranes cytoplasmiques périnucléolaires et périvacuolaires. Leurs molécules protéiques rompant leur liaison avec les molécules d'eau, ces dernières s'en séparent et se congèlent, soit en dehors de la cellule, soit dans les vacuoles. La matière vivante, déshydratée, synérésée, perd son état colloïdal. Elle se solidifie ensuite sans qu'elle éprouve de modifications chimiques. La plante devient aussi rigide, aussi dure que si elle était silicifiée. On a souvent dit qu'elle était vitrifiée, mais ce n'est pas une véritable vitrification car ce phénomène

---

(1) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 261-263.
(2) *VIe Congrès international du Froid*, 1932, p. 456.
(3) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 126.

de solidification est beaucoup plus complexe. La matières vivante n'est pas devenue amorphe; elle aurait perdu de ce fait, sa structure, son orientation moléculaires et sa propriété de revivre. Au dégel, que va-t-il se passer? Il y aura une alternative :

1° Ou bien les molécules protéiques de nouveau au contact des molécules d'eau sont incapables de reprendre leurs liaisons et de reconstituer l'ancien système colloïdal vivant. Alors sous des actions diverses (cristaux de glace, eau mélangée aux substances acides des vacuoles), elles s'agglutineront, ce qui détruira leur ancienne organisation et elles formeront les grosses micelles du coagulum. *La synérèse aboutissant* ainsi *à la coagulation, à la mort sera irréversible,* on dira que la plante est tuée par le dégel; 2° ou bien les molécules protéiques reprendront leurs liaisons avec les molécules d'eau et ne se coaguleront pas. Elles redonneront le système colloïdal vivant initial susceptible d'être de nouveau synérésé, si l'on fait agir le froid. Alors *la synérèse deviendra réversible.* La plante gelée survivra au dégel ([4]). C'est le cas de tous les organismes plus ou moins déshydratés en vie ralentie anaérobie, comme les cellules des spores, des Champignons, des Algues, des Mousses, des Lichens qui ont supporté sans périr dans nos expériences, les plus basses températures, même aux confins du zéro absolu. Connaissant ces faits, il était important de rechercher quelles étaient les causes qui après la synérèse, au dégel, amenaient la coagulation du protoplasma des organismes en vie active, c'est-à-dire leur mort. A une époque où nous n'avions pas découvert la synérèse, croyant comme tous les botanistes qu'il s'agissait de plasmolyse, nous avions déjà constaté que les graines gonflées d'eau en vie active, au début de leur germination plongées dans l'air liquide à — 190° C, puis remises à germer à la température ordinaire sur de la ouate humide, succombaient toutes.

Mais si avant l'épreuve du froid, on prenait la précaution de retirer leur eau jusqu'à ce qu'elles n'en contiennent plus que 12 %, il était possible de les plonger dans l'air liquide pendant autant de temps que l'on voulait. Au dégel, elles reprenaient facilement leur germination. Les mêmes résultats avaient été obtenus avec des plantules de Blé déshydratées, avec des racines de Renoncules et d'Anémones desséchées ([5]). C'était donc bien la trop grande quantité d'eau cellulaire cristallisée qui faisait obstacle à la reprise de la vie. Or comment cette eau cellulaire empêchait-elle le protoplasma synérésé par le froid de reprendre au dégel son ancien état colloïdal? Nous avons alors trouvé que c'était le manque d'affinité des molécules protéiques pour les molécules d'eau cristallisées dégelant trop lentement dans les vacuoles. On n'avait donc qu'à hâter leur dégel en leur fournissant de l'énergie calorifique sous forme d'air

---

([4]) *Comptes rendus,* **205**, 1938, p. 1587.

([5]) *Comptes rendus,* **142**, 1906, p. 652; **194**, 1932, p. 2159; **206**, 1939, p. 1746.

chaud ou d'eau chaude. La coagulation du protoplasma ne s'effectuait plus. La vie reprenait et la synérèse pour une nouvelle congélation était possible. Elle devenait réversible. C'est ainsi que des Mousses contenant de 60 à 80 % d'eau après *refroidissement lent ou rapide*, peu importe, plongées sept jours dans l'air liquide, dégelées rapidement au-dessus de l'air chaud d'une flamme ou dans l'eau tiède à 30° C ont eu toutes leurs cellules vivantes.

Pour la première fois, nous avions l'explication de la mort des plantes par le gel, que les physiologistes avaient tant cherchée et comment autour des pôles existent sur les îles et les continents, des plantes et des animalcules congelés pendant neuf mois entre — 20 et — 60° C, se dégelant sans périr pour croître et se multiplier pendant les trois meilleurs mois du long jour polaire.

C'est aussi ce qui se passe pour la flore des hautes altitudes, gelée la nuit et degelée fréquemment sous l'activité des radiations solaires.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le Bureau l'*Almanach des Sciences* 1951, publié sous la direction de M. René Sudre, par 30 Membres de l'Institut, professeurs et savants, et l'*Annuaire pour l'an* 1951, *publié par le Bureau des Longitudes.*

M. **Charles Jacob**, au nom de M. **Maurice Gignoux**, fait hommage d'un numéro hors série de *La Houille blanche*, consacré à Génissiat. En outre d'un aperçu géologique de MM. M. Gignoux et Jean Mathian, on y trouve de nombreux articles concernant le Génie civil et l'Équipement de cette magnifique réussite de la technique française réalisée sous la direction de M. Pierre Delattre, lauréat de l'Académie.

Rentrant d'un voyage d'un mois en Afrique du Nord, M. **Charles Jacob** dit également quelques mots de la prochaine Session du Congrès International de Géologie qui doit se tenir à Alger, en 1952, et qui comprendra de nombreuses excursions, aussi bien en Tunisie, au Maroc et en Afrique Occidentale Française qu'en Algérie. Cette entreprise, aidée des pouvoirs publics tant de la Métropole que de l'Afrique du Nord, intéressera non seulement les Géologues, mais également les utilisateurs des Sciences du sous-sol.

M. **Georges Poivilliers** présente les quatre premiers numéros de la *Revue française de Photogrammétrie*, pour laquelle il a écrit une présentation et plusieurs articles, notamment une *Nécrologie* du Général Perrier.

M. **Pierre Pruvost** fait hommage de la *Carte des zones stratigraphiques à la cote* — 300 *du Bassin* houiller du Nord et du Pas-de-Calais, dressée par le

Service des Ressources et des Études géologiques, d'après ses propres travaux et ceux de M. A. Bouroz.

L'Ouvrage suivant est présenté par M. **Marcel Delépine** :

A. Kirrmann. *Chimie organique*. III. *Fonctions complexes*.

CORRESPONDANCE.

M. **Charles Peyrou** adresse des remercîments pour la distinction accordée à ses travaux.

L'**Université Columbia**, à New York, annonce qu'elle célébrera en 1954 le deux-centième anniversaire de sa Fondation et exprime le désir que cette célébration soit l'occasion d'une manifestation en faveur du progrès humain.

L'Académie décide que, le moment venu, elle se fera représenter à ces cérémonies.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Mémorial des Sciences mathématiques. Fascicule CXV. *Sur des congruences de droites ou de courbes et sur une transformation de contact liée à ces congruences*, par M. André Charrueau.

2° *Les méthodes semi-micro dans l'analyse organique quantitative*, par R. Belcher et A. L. Godbert. Traduit de l'anglais, par Gérard Mangeney. Préface de Ernest Kahane.

3° *Tables d'intérêts et d'annuités*, éditées par le Crédit Communal de Belgique.

4° Council for scientific and industrial Research. Pretoria. *Science in South Africa*.

5° *Acta physiologica Academiæ scientiarum hungaricæ*. Tomus I, fasciculus 1.

6° *Annales bogorienses*. A journal of tropical general Botany being a continuation of the Annals of the botanic gardens, Buitenzorg. Volume I, n° 1.

7° Académie des Sciences de l'U. R. S. S. *Troudi Institouta teoretitcheskoi geofisiki*. Tom I, II, III.

8° Une série de tirages à part concernant les travaux de Jean Giaja, Leposava Marković, Xénophon Chahovitch, Lazar Jovančić, Pierre Martinović, Radoslav Andjus.

ALGÈBRE. — *Sous-treillis, produits cardinaux et treillis homomorphes de treillis semi-modulaires.* Note (*) de M. **Robert Croisot**, présentée par M. Gaston Julia.

Dans deux Notes précédentes (¹) j'ai examiné comment se morcelle la notion de semi-modularité dans les treillis de longueur infinie. J'étudie ici la permanence des condititions envisagées dans ces deux Notes par passage aux sous-treillis, produits cardinaux et treillis homomorphes. Je représente par (X) l'une quelconque de ces conditions.

1. On sait que la propriété de semi-modularité d'un treillis de longueur finie ne se conserve pas nécessairement lorsqu'on passe à un sous-treillis quelconque. Aucune des conditions (X) ne se conserve donc généralement par passage à un sous-treillis. On a toutefois le

Théorème 1. — *Chaque condition* (X) *se conserve par passage d'un treillis à l'un quelconque de ses sous-treillis convexes.*

L'affirmation est à peu près triviale en ce qui concerne la plupart des conditions. Pour les conditions portant sur les treillis d'idéaux, cela résulte du lemme suivant ou de son dual.

Lemme 1. — *Le treillis des idéaux* C_i *d'un sous-treillis convexe* C *d'un treillis* T *est isomorphe à un sous-treillis convexe du treillis des idéaux* T_i *de* T.

2. Vis-à-vis de la formation du produit cardinal, les conditions (X) ne se comportent pas de façon identique.

Désignons par (Y) l'une quelconque des conditions (1), (2), (3), (5), (6), (α), (γ), par (Z) l'une quelconque des conditions (L), (R), (I), (M), (S), (J).

Théorème 2. — *Si un treillis* S *et un treillis* T *satisfont la condition* (Y), *il en est de même de leur produit cardinal* $S \times T$. *Le théorème vaut si l'on remplace* (Y) *par* (Y_i) *ou* (Y^i).

Pour (γ) et (Y_i), la démonstration repose respectivement sur les lemmes suivants :

Lemme 2. — *Soient* $x = (p, q)$ *et* $y = (u, v)$ *deux éléments du produit cardinal* $S \times T$. *Si une chaîne* $\{x_\iota\}$ *maximale entre* $x \cap y$ *et* x *est telle que l'on ait* $(x_\iota \cup y) \cap x = x_\iota$ *pour tout* ι, *et si les couples* (p, u) *d'éléments de* S, (q, v) *d'éléments de* T *possèdent la propriété b, la chaîne* $\{x_\iota \cup y\}$ *est maximale entre* y *et* $x \cup y$.

Lemme 3. — *Le treillis des idéaux* $(S \times T)_i$ *du produit cardinal* $S \times T$ *est isomorphe au produit cardidal* $S_i \times T_i$ *des treillis d'idéaux de* S *et* T.

(*) Séance du 18 décembre 1950.

(¹) Voir *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 12 et 231, 1950, p. 1399.

Les démonstrations et les contre-exemples paraîtront dans un autre recueil. La terminologie utilisée est celle de G. Birkhoff (*Lattice Theory*, 1949). Cette Note résout en particulier le problème 46, page 103, de cet Ouvrage.

THÉORÈME 3. — *Si un treillis* S *et un treillis* T *conditionnellement complets satisfont la condition* (Z), *il en en de même de leur produit cardinal* [2].

Quant aux trois dernières conditions, un contre-exemple montre qu'elles ne se conservent pas par passage au produit cardinal même si les treillis S et T satisfont la condition de chaîne ascendante.

Mais, on a le

THÉORÈME 4. — *Si les treillis* S *et* T *satisfont la condition* (F) [*ou* (B), *ou* (β)][2], *et la condition de chaîne descendante, il en est de même de leur produit cardinal.*

C'est trivial pour (F) et (B) [3] qui sont alors équivalentes à (2). Pour (β), c'est une conséquence du

LEMME 4. — *Soient* S *et* T *deux treillis conditionnellement complets, l'un d'eux satisfaisant de plus la condition de chaîne descendante. Soient* $x=(p, q)$ *et* $y=(u, v)$ *deux éléments du treillis* $S \times T$. *Si les couples* (p, u) *d'éléments de* S, (q, v) *d'éléments de* T *possèdent la propriété b, il en est de même du couple* (x, y) *d'éléments de* $S \times T$.

Notons que la réciproque de la question ci-dessus est vraie en toute généralité : si le produit cardinal de deux treillis S et T satisfait la condition (X), il en est de même des treillis S et T. Il est facile de le vérifier quelle que soit (X).

3. Un treillis $\cup$-homomorphe ou $\cap$-homomorphe d'un treillis semi-modulaire de longueur finie n'est pas nécessairement semi-modulaire comme le montrent des applications simples du produit cardinal 2×3 sur le treillis non modulaire à cinq éléments. Aucune des conditions étudiées ne se conserve donc par $\cup$-homomorphisme ou $\cap$-homomorphisme dans des circonstances générales intéressantes.

Même, comme le montrent des contre-exemples, aucune des conditions (X) ne se conserve par homomorphisme pour un treillis quelconque ou un treillis complet, et la plupart des conditions (X) ne se conservent pas par homomorphisme pour un treillis satisfaisant une condition de chaîne. On a toutefois le

---

(2) Si l'on n'astreint pas S et T à être conditionnellement complets, le théorème **3** peut être mis en défaut. Concernant les conditions (L), (R), (I), (S), on peut former des contre-exemples où S est semi-modulaire de longueur finie et où T est une chaîne non complète. Concernant (M) et (J), il existe également des contre-exemples, mais ils ne sauraient être aussi forts; on se heurte, en effet, aux résultats suivants dont le premier est conséquence immédiate du lemme **2** :

Si deux treillis satisfont la condition (B), leur produit cardinal satisfait la condition (M).

Si deux treillis satisfont la condition (F), leur produit cardinal satisfait la condition (J).

(3) Signalons aussi le résultat plus fort suivant, conséquence immédiate du lemme **4** : Si S est conditionnellement complet, si T satisfait la condition de chaîne descendante et si S et T vérifient la condition (B), $S \times T$ satisfait la condition (B).

THÉORÈME 5. — *Si un treillis satisfait la condition de chaîne ascendante et la condition* (5), *il en est de même de tout treillis homomorphe.*

En particulier, si un treillis est homomorphe à un treillis semi-modulaire de longueur finie, il est semi-modulaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Familles de polynomes orthogonaux avec poids complexe.* Note (*) de M. **Félix Pollaczek**, présentée par M. Joseph Pérès.

Définissons les polynomes $P_n(z)$ par la formule de récurrence

$$(1)\quad P_n(z)=(A_n z+B_n)P_{n-1}(z)-C_n P_{n-2}(z)\qquad (A_n\neq 0;\ n=1,2,\ldots;\ P_0=1,\ P_{-1}=0).$$

On peut alors définir un opérateur linéaire [ ] par les conditions

$$(2)\qquad 1^\circ\ [1]=1,\qquad 2^\circ\ [P_m P_n]=0\qquad (m\neq n;\ m,n=0,1,\ldots)$$

qui déterminent les « moments » $[z]=-(B_1/C_1), \ldots, [z^n], \ldots$ en fonction des A_n, B_n, C_n; inversement, une suite $P_n(z)$ *doit* obéir à une loi selon (1) afin qu'un opérateur selon (2), et tel que $[P_n^2]\neq 0$ $(n=1, 2, \ldots)$ puisse être défini.

Admettons maintenant que $r_0=\overline{\lim\limits_{n=\infty}}\sqrt[n]{|[z^n]|}$ est fini; alors, la série

$$(3)\qquad \chi(z_0)=\sum_{n=0}^{\infty}[z^n]z_0^{-n-1}$$

sera convergente pour $|z_0|>r_0$, et en désignant par C un cercle autour de l'origine, de rayon $>r_0$ et par $P(z)$ un polynome quelconque, on a

$$\frac{1}{2\pi i}\int_C z^n\chi(z)\,dz=[z^n],\qquad \text{donc}\quad \frac{1}{2\pi i}\int_C P(z)\chi(z)\,dz=[P(z)],$$

et en particulier, en vertu de (2),

$$(4)\qquad \frac{1}{2\pi i}\int_C P_m(z)P_n(z)\chi(z)\,dz=[P_m P_n]=\delta_{mn}[P_n^2]\qquad (m,n=0,1,\ldots).$$

Donc, les $P_n(z)$ définis par (1) sont orthogonaux, avec la densité $\chi(z)$, sur les cercles C.

En prenant pour A_n, B_n, C_n des fonctions rationnelles appropriées de n, on peut prolonger $\chi(z)$ au delà de C; nous définirons donc les P_n maintenant par la loi

$$(5)\quad p_0(n)P_n(z)-[zp_1(n)+p_2(n)]P_{n-1}(z)+p_3(n)P_{n-2}(z)=0\qquad (P_0=1,\ P_{-1}=0),$$

$$(6)\quad p_0(\xi)=\xi^m+\ldots,\quad p_1(\xi)=2\xi^m+\ldots,\quad p_2(\xi)=c\xi^{m-1}+\ldots,\quad p_3(\xi)=\xi^m+\ldots\quad (m\geq 1)$$

(*) Séance du 18 décembre 1950.

étant des polynomes à coefficients réels ou complexes $[p_0(n),\ p_1(n) \neq 0,\ n = 1, 2, \ldots]$. Alors, le rayon de convergence de (3) est fini et la fonction

$$(7) \qquad u(x, y, z_0) = \sum_{l,m,n=0}^{\infty} z_0^{-l-1} x^m y^n [z^l \mathrm{P}_m \mathrm{P}_n]$$

qui satisfait à l'équation différentielle

$$(8) \qquad \begin{cases} \mathrm{L}_x u(x, y, z) = p_0(0)\, u(0, y, z) - x p_1(1) \displaystyle\sum_{n=0}^{\infty} \prod_{\nu=1}^{n} \frac{p_3(\nu+1)}{p_0(\nu)} (xy)^n, \\ \mathrm{L}_x = p_0\left(x\dfrac{d}{dx}\right) - \left[z p_1\left(x\dfrac{d}{dx}\right) + p_2\left(x\dfrac{d}{dx}\right)\right] x + p_3\left(x\dfrac{d}{dx}\right) x^2, \end{cases}$$

peut être construite à l'aide des solutions de l'équation $\mathrm{L}_x v(x, z) = 0$ ou

$$(9) \qquad x^m(x^2 - 2xz + 1)\, v^{(m)} + \sum_{\nu=1}^{m} x^{m-\nu} [a_{\nu 0} - (a_{\nu 1} z + a_{\nu 2}) x + a_{\nu 3} x^2]\, v^{(m-\nu)} = 0.$$

L'équation (9) a [pour $z \neq \pm 1$, $\mathrm{A}(z) \neq 0, -1, \ldots$; *voir* (10)], au voisinage de $x = z - \sqrt{z^2 - 1}$, $m - 1$ solutions holomorphes $y_{0,1}(x), \ldots, y_{m-2,1}(x)$, et avec les notations

$$(10) \qquad \begin{cases} \alpha = z - \sqrt{z^2 - 1} \approx \dfrac{1}{2z}\ (\text{pour } z \to \infty), \qquad \beta = z + \sqrt{z^2 - 1}, \\ \mathrm{A} = \dfrac{a_{10}\beta - a_{11} z - a_{12} + a_{13}\alpha}{\alpha - \beta}, \qquad \mathrm{B} = \dfrac{a_{10}\alpha - a_{11} z - a_{12} + a_{13}\beta}{\beta - \alpha}, \\ \mathrm{R}(x) = x^{\alpha_{10} - m} (x - \alpha)^{\mathrm{A}-1} (x - \beta)^{\mathrm{B}-1} \,\|\, y_{\nu,1}^{(m-2-\mu)}(x) \,\|_{\mu,\nu = 0, \ldots, m-2}, \end{cases}$$

on trouve dans l'hypothèse, facile à écarter, $p_0(0) \neq 0$,

$$(11) \qquad \chi(z) = u(0, 0, z) = \frac{p_1(1)}{p_0(0)} \int_{0^*}^{\alpha^*} \xi\, \mathrm{R}(\xi)\, d\xi \left[\int_{0^*}^{\alpha^*} \mathrm{R}(\xi)\, d\xi\right]^{-1} \qquad (z \neq \pm 1,\ \mathrm{A} \neq 0, -1, \ldots);$$

pour des fonctions admettant, pour $|x - a| \leq \varepsilon$, le développement

$$f(x) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{\nu=0}^{\infty} a_{\nu i} (x - a)^{\nu - 1 - \rho_i} \qquad (\rho_1, \ldots, \rho_n \neq 0, 1, \ldots),$$

on a posé ici

$$\int_{a^*}^{b} f(x)\, dx = \int_{a+\varepsilon}^{b} f(x)\, dx + \sum_{i=1}^{n} \sum_{\nu=0}^{\infty} \frac{a_{\nu i}}{\nu - \rho_i} \varepsilon^{\nu - \rho_i}.$$

(10) et (11) montrent que dans le plan z, découpé de -1 à 1, $\chi(z)$ est méromorphe, $z = \pm 1$ étant en général des singularités essentielles. Soient χ^- et χ^+ les valeurs de $\chi(z)$ sur les bords inférieur et supérieur de la coupure, et $[\chi]_+^-$

leur différence; on a, pour $z \neq \pm 1$, et $A(z)$, $B(z) \neq 0, -1, \ldots,$

$$\frac{1}{2\pi i}[\chi]_+^- \int_{0^*}^{\alpha^*} R(\xi)\,d\xi \int_{0^*}^{\beta^*} R(\xi)\,d\xi$$

$$= \frac{p_1(1)}{2\pi p_0^2(0)} \prod_{i=0}^{m-1} \frac{\Gamma(1-\rho_i)}{\Gamma(2-\sigma_i)} \left[2\sqrt{1-z^2}\right]^{a_{13}-a_{10}-1} \Gamma(A)\,\Gamma(B)\,\alpha^A \beta^B e^{\frac{3\pi i}{2}(B-A)},$$

ρ_i et σ_i étant les zéros de $p_0(\xi)$ et $p_3(\xi)$. Donc, pour $p_0(\xi), \ldots, p_3(\xi)$ réels, $(1/2\pi i)[\chi]_+^-$ est positive. Pour les $P_n(z)$, on obtient, pour $z \neq \pm 1$, la formule

$$(12) \qquad [\chi]_+^- P_n(z) = \frac{p_1(1)}{p_0(0)} \prod_{\nu=1}^{n} \frac{p_3(\nu+1)}{p_0(\nu)} \left[\int_{0^*}^{\alpha^*} \xi^{n-1} R(\xi)\,d\xi \left(\int_{0^*}^{\alpha^*} R(\xi)\,d\xi\right)^{-1}\right]_+^-$$
$$(n = 0, 1, \ldots).$$

Grâce au théorème de Cauchy, les relations (4) se confondent pour les polynomes de Jacobi ($m = 3$, $A = B = 5/2$, $p_0(0) \to 0$), ainsi que pour les familles de polynomes que nous avons étudiés récemment [1], avec la loi d'orthogonalité usuelle.

TOPOLOGIE. — *Homologie singulière des espaces fibrés.* II. *Les espaces de lacets.* Note de M. **Jean-Pierre Serre**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Cette Note étudie l'homologie et la cohomologie singulières de l'espace Ω des lacets sur un espace X donné. L'espace Ω est considéré comme la fibre d'un certain espace fibré rétractile E, de base X; on applique à cette fibration la théorie singulière des espaces fibrés, résumée dans une Note précédente [1]. Applications à la théorie de Morse.

1. *L'espace fibré des chemins.* — Soit X un espace tel que $\pi_0(X) = \pi_1(X) = 0$; soit $x \in X$ et désignons par E l'espace des applications continues $f : I \to X$ [où I désigne le segment $(0, 1)$], telles que $f(0) = x$. L'espace E, muni de la topologie de la convergence compacte [2], est un espace rétractile, donc d'homologie singulière triviale. Soit $p : E \to X$ l'application définie par $p(f) = f(1)$.

Lemme. — *Le triple* (E, p, X) *est un espace fibré* [au sens de la Note [1]].

Les fibres de E sont les espaces de chemins tracés sur X qui ont leur origine en x et leur extrémité en un point fixé y. Si $y = x$, on a *l'espace des lacets* au point x, noté Ω. Il résulte de [1] :

Théorème 1. — *Il existe une suite spectrale d'homologie* [3] (E_r), *de terme* $E_2 = H[X, H(\Omega)]$, *telle que le groupe terminal* E_∞ *soit trivial* [4].

---

(1) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1363-1365; 230, 1950, p. 36-37 et p. 2254-2256.

(1) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1408-1410.

(2) N. Bourbaki, *Top.* X., § 2, n° 5. déf. 1.

(3) Une suite analogue existe en cohomologie.

(4) On remarquera l'analogie avec la théorie des espaces fibrés principaux classifiants pour un groupe de Lie, analogie qui est renforcée par le théorème 3.

Remarques. — *a.* Puisque $\pi_1(X) = 0$, le système local des $H(\Omega)$ est *simple* sur X.

b. Puisque $H_i(E) = 0$ pour tout $i > 0$, la *suspension* S qui envoie $H_i(\Omega)$ dans $H_{i+1}(X)$ est définie pour tout $i > 0$. On peut en donner une définition directe en faisant correspondre à tout simplexe singulier de dimension i de Ω un simplexe singulier de dimension $i+1$ de X de façon évidente.

Corollaire 1. — *Si* $H_i(X, Z)$ *a un nombre fini de générateurs pour tout* i, *il en est de même de* $H_i(\Omega, Z)$ (Z désigne le groupe additif des entiers).

Corollaire 2. — *Si* $H_i(X, Z) = 0$ *pour* $0 < i < n$, *alors* $S : H_i(\Omega, Z) \rightarrow H_{i+1}(X, Z)$ *est un isomorphisme sûr pour tout* $i < 2n - 2$, *et un homomorphisme sûr pour* $i = 2n - 2$. *En outre*, $S \circ d_{i+1} = 1$, *pour* $i \leq 2n - 2$.

Corollaire 3. — *Si* $H_i(X, k) = 0$ *pour* $i > n \geq 1$, *et si* $H_n(X, k) \neq 0$ (*k étant un corps*), *alors, pour tout* $i \geq 0$, *il existe un entier* j, *avec* $0 < j < n$, *tel que* $H_{i+j}(\Omega, k) \neq 0$. *En particulier*, $H_i(\Omega, k)$ *est non nul pour une infinité de valeurs de l'entier* i.

Il résulte du corollaire précédent et de la théorie de Morse [*voir* par exemple ([5]) et ([6])], le résultat suivant :

Théorème 2. — *Soit* X *un espace de Riemann* ([7]), *connexe et complet* ([8]), *tel que* $H_i(X, Z) \neq 0$ *pour au moins un* $i \neq 0$. *Si a et b sont deux points distincts de* X, *il existe une infinité de géodésiques joignant a et b.*

Ce théorème est notamment applicable à *tout espace de Riemann compact.*

Une méthode analogue permet d'étudier les géodésiques tracées sur X et transversales à deux sous-variétés A et B : on doit considérer l'espace Ω' des chemins tracés sur X joignant A à B; cet espace est fibré de fibre Ω et de base $A \times B$. Par exemple, si A et B sont homotopes à un point sur X, on a : $H(\Omega') = H(\Omega \times A \times B)$, ce qui précise un résultat connu ([9]).

2. *L'espace des lacets et le théorème de Hopf.* — L'espace Ω des lacets sur X est muni d'une loi de composition bien connue à laquelle le raisonnement classique de Hopf s'applique. Il faut cependant supposer que $H_i(\Omega, k)$ (où k est un corps commutatif) est de dimension finie pour tout i, pour pouvoir affirmer que $H(\Omega \times \Omega, k) = H(\Omega, k) \otimes H(\Omega, k)$ (Eilenberg-Zilber, résultat non publié). On obtient donc :

Théorème 3. — *Supposons que* $H_i(X, k)$ *soit de dimension finie pour tout i,*

([5]) M. Morse, *The Calculus of Variations in the large.*

([6]) H. Seifert et W. Threlfall, *Variationsrechnung im Grossen.*

([7]) Indéfiniment différentiable, pour fixer les idées.

([8]) Au sens de la métrique riemannienne. *Voir* à ce sujet, H. Hopf et W. Rinow, *Com. Math. Helv.*, 3, 1931, p. 209-225.

([9]) Par contre, nous ne sommes pas arrivé à étudier par un procédé analogue l'espace des chemins fermés sur X; cet espace semble cependant indispensable pour l'étude des géodésiques fermées sur un espace de Riemann.

k étant un corps de caractéristique nulle. L'algèbre de cohomologie de Ω à coefficients dans k est alors isomorphe à $\mathbf{S}(x_k)\otimes\mathbf{A}(y_l)$, où $\mathbf{S}(x_k)$ désigne une algèbre de polynomes engendrée par des éléments x_k de degrés pairs n_k, et $\mathbf{A}(y_l)$ désigne une algèbre extérieure engendrée par des éléments y_l de degré impairs m_l; en outre, $\lim n_k = \lim m_l = +\infty$.

Remarques. — 1. D'après un résultat récent de A. Borel ([10]), l'algèbre de cohomologie de Ω ne peut être réduite à une algèbre extérieure que si H(X) est isomorphe à une algèbre de polynomes ([11]).

2. Bien entendu, si k est de caractéristique p, le théorème précédent n'est plus valable sous la même forme, comme le montrent de nombreux exemples; mais on a les mêmes renseignements (partiels) que ceux obtenus par Hopf.

3. Il est possible de définir dans l'*homologie* de Ω un *produit de Pontrjagin*.

Exemple : la sphère S_n.

La suite exacte de H. C. Wang ([1]) permet de trouver immédiatement l'anneau de *cohomologie* à coefficients entiers de Ω. Par exemple, si n est impair, il admet une base : $e_0 = 1, e_1, \ldots, e_q, \ldots$ avec $\deg . e_q = q(n-1)$, et l'on a : $(e_1)^q = q!\, e_q$ (ce qui détermine complètement la valeur de $e_p e_q$ pour p et q quelconques).

n étant toujours supposé impair, l'anneau d'*homologie* à coefficients entiers de Ω est un anneau de polynomes à un générateur de degré $n-1$.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un nouveau couple de surfaces projectivement applicables.* Note de M. **Fernand Backes**, présentée M. Paul Montel.

La présente Note contient une extension de résultats obtenus antérieurement ([1]).

1. Soient (A) et (B) deux surfaces se correspondant point par point avec conservation des lignes asymptotiques et telles que les développables de la congruence (AB) tracent sur ces surfaces des réseaux conjugués. Désignons par u, v les paramètres des dites développables et envisageons le point C d'intersection des tangentes aux lignes $(A)_u$, $(B)_v$, ainsi que le point D d'intersection des tangentes aux lignes $(A)_v$, $(B)_u$.

Si les surfaces (A) et (B) sont, en outre, projectivement applicables au

([10]) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 943-945, th. 1.

([11]) Il est probable que ce fait, ainsi que les méthodes introduites par S. Froloff et L. Elsholz, permet de montrer que la *catégorie de Ω est infinie*, lorsque X est, par exemple, un espace de Riemann compact et simplement connexe.

([1]) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 49.

sens de Cech, les points A et B ainsi que les points focaux F, F′ de AB forment un rapport anharmonique qui est le quotient d'une fonction de u par une fonction de v.

Si l'on se place dans le cas où ce rapport est constant, les tangentes asymptotiques des surfaces (A) et (B) déterminent sur l'intersection CD de leurs plans tangents un rapport anharmonique constant. En outre, la droite AB engendre une congruence W et les asymptotiques se correspondent sur les surfaces (F), (F′), (A), (B), (C), (D), de sorte que la droite CD dont C et D sont les points focaux, engendre aussi une congruence W.

2. Réciproquement, supposons que deux surfaces (A), (B) jouissent des propriétés suivantes : 1° leurs asymptotiques se correspondent; 2° les développables de la congruence (AB) tracent sur les surfaces (A) et (B) des réseaux conjugués; 3° la congruence est W et les asymptotiques de ses nappes focales correspondent à celles des surfaces (A) et (B).

Dans ces conditions, la congruence (CD) est W et les asymptotiques de ses nappes focales correspondent à celles des surfaces (A) et (B). Si l'on suppose, en outre, le rapport (ABFF′) constant, les surfaces (A) et (B) sont projectivement applicables.

3. Une seconde proposition réciproque peut être énoncée comme il suit. Supposons que deux surfaces (A) et (B) jouissent des propriétés suivantes : 1° leurs asymptotiques se correspondent; 2° les développables de la congruence lieu de la droite d'intersection des plans tangents en A et en B correspondent à des réseaux conjugués tracés sur (A) et (B); 3° cette congruence est W et les asymptotiques de ses nappes focales correspondent à celles des surfaces (A) et (B). Dans ces conditions, la congruence (AB) est W et les asymptotiques de ses nappes focales correspondent à celles des surfaces (A) et (B). Si, en outre, (ABFF′) est constant, F et F′ désignant les points focaux de AB, les surfaces (A) et (B) sont projectivement applicables.

4. La démonstration de toutes ces propriétés a été faite à l'aide de la méthode du tétraèdre mobile de Demoulin; il en a été de même en ce qui concerne l'existence de couples de surfaees (A), (B), projectivement applicables et telles que les développables de la congruence (AB) tracent sur (A) et (B) des réseaux conjugués, le rapport (ABFF′) étant supposé constant.

5. La figure envisagée jouit encore des propriétés suivantes : les réseaux (u, v) engendrés par les points F, F′, A, B, C, D sont isotherme-conjugués, de sorte que les congruences (AB) et (CD) sont R.

La droite AB porte une infinité de points P décrivant des surfaces dont les plans tangents passent par CD. Il se peut que les asymptotiques se correspondent sur toutes les surfaces (P) et, plus particulièrement, que les congruences (AB), (CD) soient doublement stratifiables.

HYDRAULIQUE. — *Sur un nouveau type d'évacuateur de crues.* Note (*) de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Cette Note signale certaines expériences concernant un nouveau type d'évacuateur de crues, particulièrement intéressant, dans certains cas, pour des barrages de grande hauteur.

Nous avons étudié un dispositif particulier d'évacuation des crues, applicable à un barrage de grande hauteur, implanté dans une gorge sauvage, à l'intérieur de laquelle on peut admettre localement une érosion même importante, sous réserve que les creusements produits par l'eau restent assez loin du pied du barrage pour ne pas compromettre la tenue de cet Ouvrage.

L'évacuateur étudié est constitué (*fig.* 1) par une ou plusieurs conduites AB, à section circulaire, de diamètre D, traversant le corps du barrage et se redressant assez loin de leur extrémité aval B pour que la vitesse initiale U_0 du jet, en ce point, fasse avec l'horizontale un angle voisin de 45°.

Dans une Note récente [1] nous avons étudié la forme du jet produit par un dispositif de ce type. Nous avons vu qu'en première approximation, la zone d'impact avec le sol peut être assez bien déterminée à partir de la parabole représentant la trajectoire parcourue dans le vide par un corps pesant partant de B avec la vitesse initiale U_0. En réalité, le jet se diffuse de manière à intéresser dans sa chute une zone assez étendue, mais il se fractionne en même temps, par suite de l'entraînement d'air, ce qui diminue sa puissance érosive.

Un calcul permet de se rendre compte qu'avec les données suivantes :

$$H = 95^{\text{m}}, \qquad h = 70^{\text{m}}, \qquad D = 4^{\text{m}},50,$$

chaque jet correspond à un débit de l'ordre de 500 m³/sec, la distance Δ étant de l'ordre de 100^{m}.

Avec des diamètres D supérieurs, on aurait des débits plus élevés sans que la distance Δ du point de chute, au pied du barrage, soit sensiblement modifiée.

Nous avons cherché à vérifier que, dans de telles conditions, l'érosion régressive due à l'action de l'eau, ne risque pas de constituer un élément dangereux.

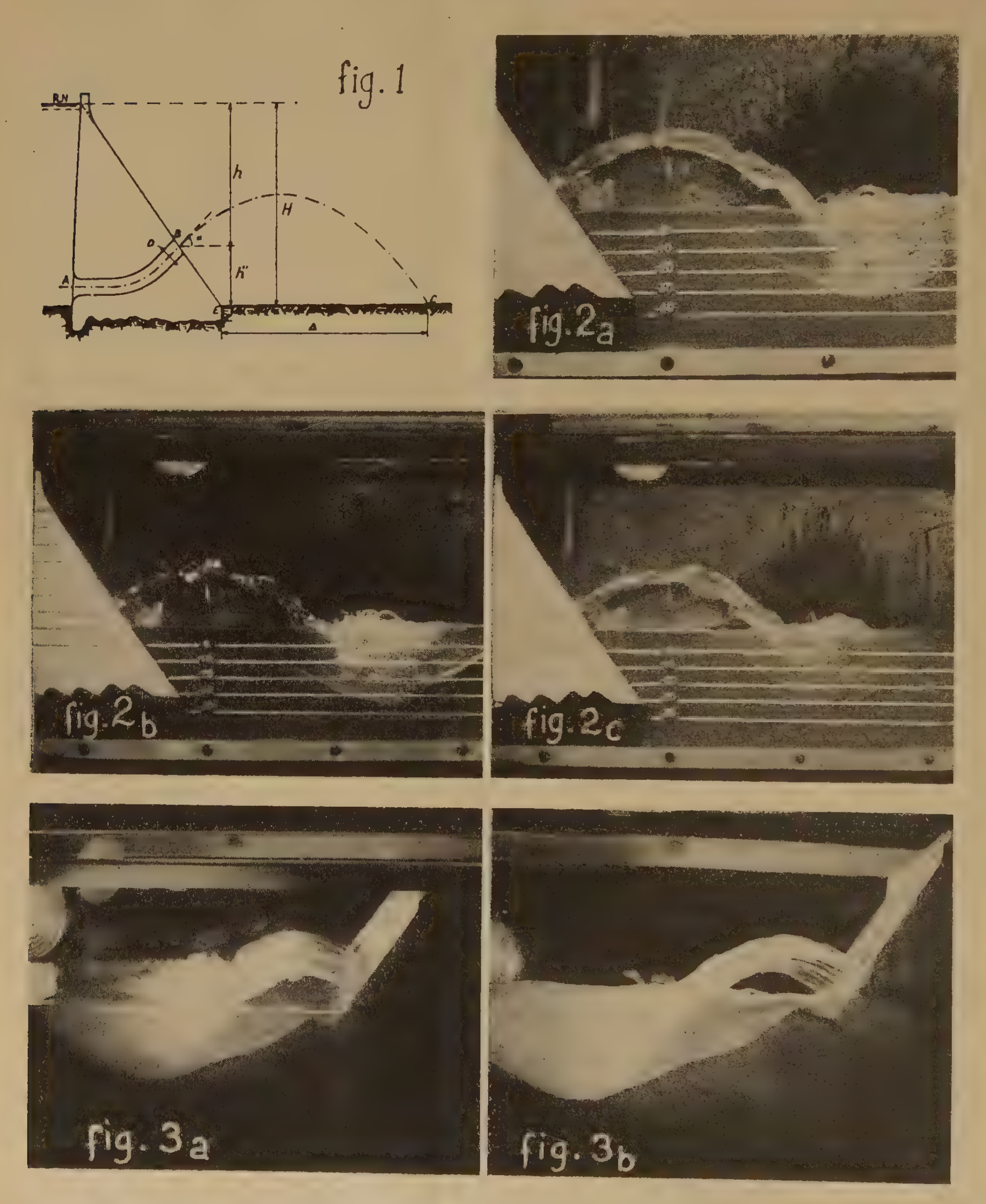
Dans ce but, nous avons tout d'abord utilisé un petit modèle qui reproduit, à l'échelle 1/500, l'ouvrage représenté par la figure 1.

On voit sur les figures 2*a*, 2*b*, 2*c*, diverses photographies du modèle en fonctionnement; le creusement maximum obtenu avec du sable très fin, correspondrait dans la réalité à une profondeur un peu inférieure à 40^{m}, du moins dans la mesure où serait applicable une similitude géométrique des affouillements.

(*) Séance du 18 décembre 1950.

(1) *Comptes rendus*, **231**, 1950, p. 1421.

Le bassin d'amortissement formé par le jet, s'arrête à une distance notable du pied du barrage. Après avoir rompu sa charge dans ce bassin, l'eau part vers l'aval sans aucune agitation : au pied même du barrage, l'eau est entièrement



tranquille. A l'échelle de l'ouvrage réel, le débit de crue évacué serait de l'ordre de 1800 m^3/sec, le diamètre du tube évacuateur étant de 8^{m} et la largeur de la gorge, de 35^{m}.

Nous avons ensuite étudié un modèle identique au précédent, mais comprenant six tubes évacuateurs, fonctionnant en parallèle : ces tubes sont espacés, d'axe en axe, de 25^m, et la largeur de la gorge est de 150^m.

Les photographies 3 a, 3 b montrent divers aspects de l'écoulement. On observe toujours la localisation de l'agitation, dans le bassin de rupture de charge, l'eau demeurant tranquille, aussi bien à l'aval de celui-ci, qu'à l'amont, sous la voûte discontinue formée par les jets. La zone de creusement se rapproche du pied du barrage, mais elle demeure encore assez éloignée et, de plus, les rouleaux de fond provoquent un remblaiement dans la zone intéressante. Il convient de noter la valeur relativement considérable du débit évacué, de l'ordre de 11 000 m^3/sec.

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *Les potentiels généralisés en théorie du corpuscule de spin 1 en présence des sources, et la difficulté fondamentale de la théorie du méson.* Note de M. **Bernard Kwal**, présentée par M. Louis de Broglie.

L'introduction d'un potentiel généralisé, présentant une analogie très étroite avec le potentiel de la théorie de Maxwell, conduit à une réinterprétation de la notion des champs et des potentiels en théorie du corpuscule de spin 1, et permet de lever la difficulté fondamentale de la théorie du méson.

Nos recherches précédentes (1) sur les potentiels généralisés en théorie des corpuscules à spin nous amènent à présenter, de la manière suivante, la théorie du corpuscule de spin 1.

Soient

$$(1) \qquad \begin{cases} \partial^k h_{kj} - \varkappa a_j = g_1 C_j, \\ \partial_j a_k - \partial_k a_j - \varkappa h_{jk} = g_2 M_{jk}, \end{cases}$$

les équations de L. de Broglie du corpuscule maxwellien (appelé improprement *vectoriel* en théorie habituelle du méson). Nous allons considérer les grandeurs a_j et h_{jk} sur le même pied d'égalité comme les *champs*, analogues au champ électromagnétique, et, nous allons introduire les *potentiels généralisés* P_j et P_{jk}, d'où dérivent les champs, grâce aux relations que voici :

$$(2) \qquad \begin{cases} a_j = \varkappa P_j + \partial^k P_{kj}, \\ h_{jk} = \varkappa P_{jk} + \partial_j P_k - \partial_k P_j. \end{cases}$$

Comme nous supposons que les sources satisfont les équations suivantes :

$$(3) \qquad \partial^j C'_j = 0, \qquad \partial_{[l} M_{jk]} = 0,$$

nous allons imposer aux potentiels les relations supplémentaires, qui sont

$$(4) \qquad \partial^j P_j = 0, \qquad \partial_{[l} P_{jk]} = 0,$$

(1) *J. Phys. Rad.*, 10, 1949, p. 189.

et qui, généralisent dans notre théorie, la condition bien connue de Lorentz, en théorie du champ électromagnétique.

Dans le travail, cité plus haut, nous avons montré que ces potentiels généralisés présentent une indétermination, due à l'existence d'une transformation de jauge généralisée. D'autre part, on peut montrer qu'il existe en l'absence des sources, deux transformations de jauge particulières, dont l'une amène $\varkappa P_j$ à coïncider avec a_j, en annulant le potentiel P_{jk}, tandis que l'autre amène $\varkappa P_{jk}$ à coïncider avec h_{jk}, en annulant le potentiel P_j. On obtient ainsi une justification des procédés, employés en théorie du photon de M. L. de Broglie, mais en l'absence des sources seulement. En présence de ces dernières, le problème se présente d'une manière plus délicate, et, selon notre manière de voir, on doit envisager comme fonction de Lagrange, l'expression suivante :

$$L = -a^{\star j} a_j + \frac{1}{2} h^{\star jk} h_{jk} + \left(g_1^{\star} C^{\star j} P_j - \frac{g_2^{\star}}{2} M^{\star jk} P_{jk} + \text{conj.} \right), \tag{5}$$

où P_j et P_{jk} sont les variables canoniques indépendantes (les potentiels !), tandis que a_j et h_{jk} sont les formes dérivées (les champs !) définies par les relations (2). Le principe d'Action stationnaire conduit alors aux équations (1), c'est-à-dire aux équations suivantes que doivent satisfaire les potentiels généralisés :

$$(\square - \varkappa^2) P_j = g_1 C_j, \qquad (\square - \varkappa^2) P_{jk} = g_2 M_{jk}. \tag{6}$$

D'autre part, de l'expression de la fonction de Lagrange (3), on aboutit à l'expression que voici de l'Hamiltonien

$$H = -a^{\star j} a_j + \frac{1}{2} h^{\star jk} h_{jk} + \left[\varkappa \left(a^{\star j} P_j - \frac{1}{2} h^{\star jk} P_{jk} \right) - g_1^{\star} C^{\star j} P_j + \frac{g_2^{\star}}{2} M^{\star jk} P_{jk} + \text{conj.} \right]. \tag{7}$$

On y voit apparaître un terme d'interaction de la forme

$$-g_1^{\star} C^{\star j} P_j + \frac{g_2^{\star}}{2} M^{\star jk} P_{jk},$$

où ne figurent, en analogie parfaite avec la théorie de Maxwell-Lorentz, *que les potentiels* vrais P_j *et* P_{jk} *et non pas les champs* a_j *et* h_{jk}. Les grandeurs P_j et P_{jk}, solutions des équations (4), présentent des singularités en r^{-1} et non celle en r^{-3}, qu'introduit dans l'hamiltonien des interactions nucléaires la méthode habituelle. Celle-ci, selon le point de vue, adopté dans le présent travail, semble créer une confusion subtile entre les notions des *champs vrais* et des *potentiels vrais*, qu'on devrait distinguer plus soigneusement en théorie des corpuscules à spin. En démêlant cette confusion, il paraît possible de supprimer, d'une manière simple mais radicale, une des difficultés fondamentales de la théorie du méson et des forces nucléaires.

ASTRONOMIE PRATIQUE. — *Principes d'un nouvel instrument des passages.* Note (*) de M. **Pierre Semirot**, présentée par M. André Danjon.

Soit une sphère de centre O. Par le point O menons des droites parallèles à l'axe de rotation de la Terre, à la verticale du lieu d'observation, à une droite D de direction voisine de la ligne Est-Ouest, et à une droite Δ faisant avec la précédente un angle égal à $90° - c$. Les intersections de ces droites avec la sphère sont P, Z, C, E. Si la droite OC est fixe et la droite OE mobile le lieu de E est un parallèle de pôle C. Ce parallèle coupe le parallèle décrit par l'étoile en deux points, dont l'un correspondra au passage supérieur de l'étoile. L'observateur détermine l'instant de passage de l'étoile lorsque celle-ci passe en E. Les coordonnées horaires du point C sont $90 - m$, $90 - n$. Ses coordonnées horizontales sont $90 - a$, $90 - b$. La résolution du triangle sphérique CEP donne les relations

$$(1) \qquad h = c \sec\delta - n \operatorname{tg}\delta - m, \qquad \alpha = t + Cp + m + n \operatorname{tg}\delta - c \sec\delta,$$

h étant l'angle horaire de l'étoile, Cp la correction de pendule, α l'ascension droite de l'étoile.

Les coordonnées horaires du point C sont liées aux coordonnées horizontales par les relations

$$m = a \sin\varphi + b \cos\varphi, \qquad n = b \sin\varphi - a \cos\varphi.$$

Soit une lunette d'axe optique voisin de la direction Est-Ouest ([1]). Par le centre optique de l'objectif de cette lunette menons une parallèle à la ligne Est-Ouest et une parallèle à la droite D. Ces deux droites percent le plan focal de l'objectif en deux points W, Q. Les lectures des tambours correspondant à la bissection de Q seront A, B et les lectures fictives exécutées sur le point W supposé matérialisé seront a_0, b_0. On aura

$$a = K(A - a_0), \qquad b = K'(B - b_0).$$

K, K' désignant les valeurs des tours de vis.

Les inconnues seront Cp, c, a_0, b_0. L'observation du nadir donne une relation entre a_0 et b_0 et les inconnues seront Cp, c, a_0.

Soit une lunette fixe dont l'axe optique est dirigée Est-Ouest. Plaçons un prisme à réflexion totale devant l'objectif de cette lunette la face K tournée vers l'objectif, la face L tournée vers le ciel. La normale à la face K a une direction voisine de la direction Est-Ouest. On suppose que la face K est partiellement réfléchissante. Par autocollimation sur la face K on détermine dans le plan focal de l'objectif de la lunette un point Q dont la bissection donnera les quantités A, B. Tous les rayons issus de Q seront normaux à la

(*) Séance du 18 décembre 1950.

([1]) Danjon, *Bulletin Astronomique*, 9, 1933, p. 131-147.

face K; la droite D sera la direction de la normale à K. Les rayons normaux à K émergent de la face L en un faisceau de rayons parallèles dont la direction (droite Δ) fera un angle ($90 - c$) avec la droite D. Par principe du retour inverse des rayons lumineux toute étoile dont les rayons seront parallèles à Δ aura son image en Q.

Les qualités de la lunette dépendant de la stabilité de son axe optique, il en résulte que le micromètre devra être fixe. Par conséquent il faudra redresser l'image donnée par le prisme de façon à ce qu'elle suive le fil horizontal du micromètre. Un Wollaston placé entre le prisme et l'objectif permettra d'obtenir ce résultat.

Par autocollimation à travers le Wollaston sur la face K du prisme on aura un point R et c'est l'instant de passage de l'image de l'étoile en ce point R qui sera observé. Il est bien évident que cet instant est aussi l'instant de passage de l'étoile en Q. Par conséquent l'observation à une lunette unique donnera l'instant de passage en Q et les quantités A, B, qui déterminent la position de ce point.

L'image de l'étoile sera bissectée comme on le fait avec la lunette méridienne usuelle. On aura ainsi l'instant de passage à un fil fictif et l'on en déduira l'instant de passage en R. L'autocollimation devra être évidemment effectuée après chaque observation d'une étoile, l'ensemble prisme-Wollaston conservant dans l'espace la position qu'il occupait lors de l'observation de l'étoile.

Si l'on dispose de deux collimateurs horizontaux placés dans le plan méridien l'un au Nord, l'autre au Sud, le double de la collimation c pourra être déterminé physiquement.

La réalisation de l'instrument devra satisfaire au deux conditions suivantes : 1° au cours de l'observation de l'étoile, l'observateur ne verra que l'image provenant des rayons ayant traversé le Wollaston; 2° au cours de l'autocollimation l'observateur verra les deux images R et Q. La réalisation d'un tel instrument est donc aisée et repose uniquement sur l'hypothèse que le prisme à réflexion totale étant indéformable, l'angle ($90° - c$) des deux droites D et Δ sera constant quelle que soit l'orientation du prisme dans l'espace.

ASTROPHYSIQUE. — *Intensité de la bande* 4300 Å *de la molécule* CH *dans les spectres des étoiles* F, G, K *et* M. Note (*) de M. **Tcheng Kien**, présentée par M. André Danjon.

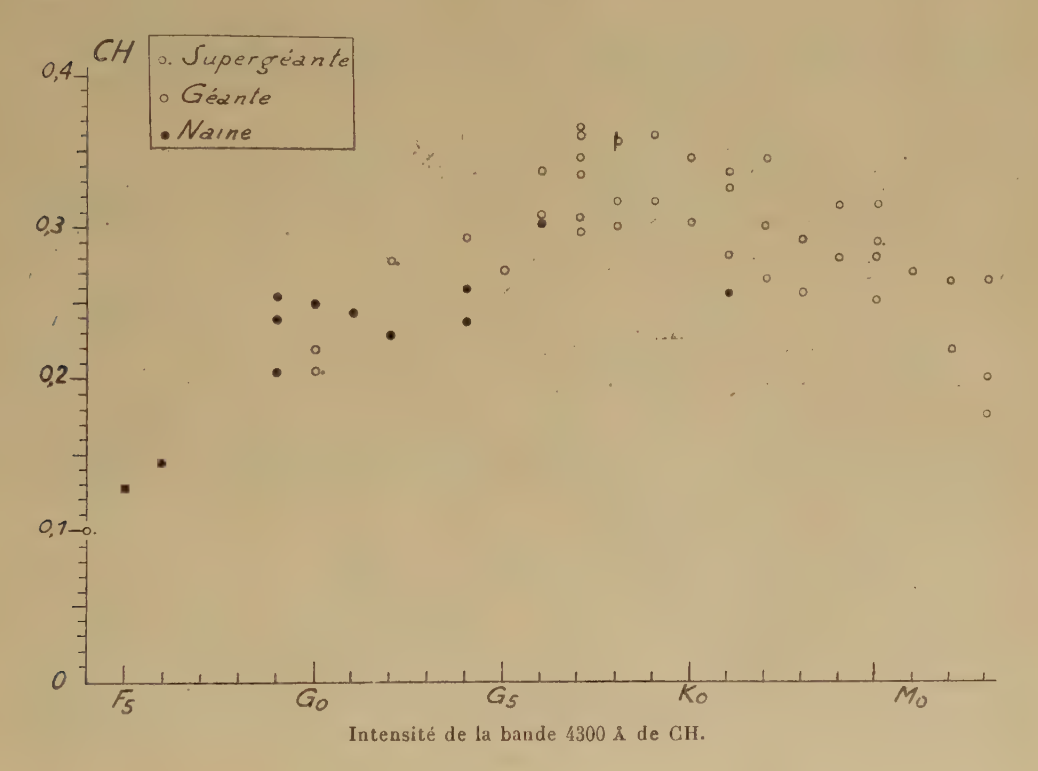
Les spectres stellaires photographiés par J. Plassard [1] à l'Observatoire de Haute-Provence pour ses recherches relatives aux bandes de CN, se prêtent également à l'étude de la bande 4300 Å de la molécule CH. J'ai utilisé les

(*) Séance du 18 décembre 1950.

[1] *Ann. Astrophys.*, **13**, 1950, p. 1.

spectres de 58 étoiles des classes F à M, obtenus pour la plupart avec le spectrographe à un prisme monté sur le télescope de 120cm (dispersion 80 Å/mm à 4300 Å), 8 étoiles ont été photographiées avec le spectrographe à 4 prismes (27 Å/mm à 4300 Å).

L'étalonnage, réalisé sur chaque plaque par la méthode du photomètre à pénombre ([2]), permet de tracer, à partir des enregistrements microphotométriques, la courbe des intensités spectrales photographiques I. On trace également le spectre continu I_0 en utilisant les meilleures *fenêtres* connues dans cette région ([3]) dont l'une (4316 Å) est précisément très voisine de la bande de CH, et l'on déduit pour chaque longueur d'onde la densité optique $\log(I_0/I)$ de l'atmosphère stellaire.



Intensité de la bande 4300 Å de CH.

La construction du profil théorique de la bande, pour une température voisine de 6000 K, compte tenu du pouvoir de résolution des spectrographes, suggère de mesurer les intensités aux longueurs d'onde 4312, 4310, 4304, 4303 et 4293 Å. Les meilleurs résultats paraissent correspondre à 4303 Å (sommet de la branche Q). Les autres longueurs d'onde semblent davantage affectées par des raies métalliques.

([2]) D. Barbier, *Ann. Astrophys.*, 7, 1944, p. 78.

([3]) A. Arnulf, D. Chalonge et G. Dejardin, *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 325.

Sur la figure ci-dessus, construite en portant en abscisses les types spectraux du Mont Wilson et, en ordonnées, les densités optiques à 4303 Å, on constate que l'absorption produite par la molécule CH varie régulièrement avec le type spectral. Elle se manifeste à partir de F9, atteint son maximum avec le type G9 et s'affaiblit dans les classes K et M. Ces résultats sont en bon accord avec la théorie de Russell ([4]) qui prévoyait le maximum d'absorption de CH dans le type G7 pour les géantes et dans le type K2 pour les naines. L'effet de la magnitude absolue est dans l'ensemble peu sensible (beaucoup moins que dans le cas des bandes de CN) et il n'apparaît clairement que dans la classe G.

J'ai tracé aussi le contour de la bande G de manière à évaluer l'absorption totale de 4293 à 4316 Å. Celle-ci varie en fonction du type spectral de la même manière que la densité optique à 4303 Å, mais le procédé est un peu moins satisfaisant, puisqu'on ajoute ainsi automatiquement à l'absorption de la molécule CH, celle des raies métalliques.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur les principes d'une méthode de zéro pour la détermination des constantes diélectriques aux hyperfréquences.* Note ([*]) de M. **Marc Bruma**, présentée par M. Louis de Broglie.

La réfraction du champ électromagnétique provoquée par l'introduction d'un échantillon diélectrique dans une cavité électromagnétique est à la base d'une méthode expérimentale de mesure de constantes diélectriques aux hyperfréquences. Cette méthode n'embrasse qu'un aspect physique du problème et ramène la mesure d'une constante diélectrique à la détermination d'une différence entre la fréquence de résonance d'une cavité vide et de la même cavité contenant l'échantillon.

L'étude énergétique mettra en évidence un autre aspect physique du problème et permettra d'établir une relation générale entre la constante diélectrique et la variation de certains paramètres géométriques de la cavité.

En assimilant un résonateur électromagnétique à un système adiabatique, il a été montré ([1]), ([2]) que le produit de période T $(=2\pi/f)$ par l'énergie interne W est un invariant. Dans ces conditions

$$\text{(1)} \qquad \delta(T.W)=0 \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\delta f}{f}=\frac{\delta W}{W}.$$

L'introduction d'un échantillon diélectrique dans la cavité provoquera une variation d'énergie interne du résonateur, donc de sa fréquence de résonance.

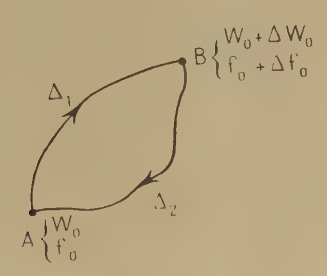
([4]) *Astrophys. J.*, 79, 1934, p. 317.

([*]) Séance du 18 décembre 1950.

([1]) P. Grivet, *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 71.

([2]) J. Bernier, *Comptes rendus*, 217, 1943, p. 530.

Les considérations précédentes permettent d'envisager la compensation de cette variation d'énergie par déformation de la paroi interne du résonateur. [Travail du vecteur pression de radiation ([1]), ([2])]. On ramène donc la fréquence de résonance à sa valeur initiale, ce qui caractérise une méthode de zéro.



On considérera un cycle où la variation d'énergie provoquée par la présence d'un volume Δ_1 du diélectrique sera compensée par une déformation de paroi entraînant une variation Δ_2 du volume de la cavité, cycle représenté par le schéma de la figure 1.

On aura donc :

$$\text{(2)} \qquad \delta W = \delta W(\Delta_1) + \delta W(\Delta_2) = 0,$$

$\delta W(\Delta_1)$ correspond à la transformation partielle $A\Delta_1 B$, les états A et B étant des états résonnants, pour lesquels l'énergie électrique est toujours égale à l'énergie magnétique. La variation d'énergie suivant $A\Delta_1 B$ pourra donc s'exprimer sous forme purement électrique, en unités rationalisées par :

$$\text{(3)} \qquad \delta W(\Delta_1) = \iiint_{\Delta_1} \frac{1}{2}[\varepsilon' E_1^2 - \varepsilon_0 E_0^2]\, d\tau + \iiint_{V-\Delta_1} \frac{1}{2}[\varepsilon_0 E_2^2 - \varepsilon_0 E_0^2]\, d\tau.$$

ε' étant la constante diélectrique de l'échantillon, E_0 le champ à l'intérieur de la cavité vide, E_1 le champ dans le diélectrique et E_2 le champ dans le restant de la cavité. Ces champs doivent satisfaire aux équations de Maxwell avec les conditions limites suivantes :

$$\text{(4)} \qquad (a)\quad (E_1^t)_\sigma = (E_2^t)_\sigma; \qquad (b)\quad \vec{E}_0 \wedge \vec{n} = \vec{E}_2 \wedge \vec{n} = 0,$$

σ étant la surface limitant le volume Δ_1 du diélectrique, l'indice t indiquant les composantes tangentielles, $\vec{n}$ la normale aux parois conductrices de la cavité.

L'énergie $\delta W(\Delta_2)$ étant la même, au signe près, suivant le chemin $B\Delta_2 A$ ou $A\Delta_2 B$, on peut écrire :

$$\text{(5)} \qquad \delta W(\Delta_2) = \iiint_{\Delta_2} \vec{P}_0\, d\vec{n}\, d\sigma \qquad \text{avec} \quad \vec{P}_0 = \left(\frac{1}{2}\varepsilon_0 E_0^2 + \frac{1}{2}\mu_0 H_0^2\right)\vec{n},$$

E_0 et H_0 sont les champs régnant dans la cavité vide, Δ_2 la variation du volume de la cavité par déformation de la paroi.

L'équation (2) donne ainsi :

$$\iiint_{\Delta_1} \frac{1}{2}[\varepsilon' E_1^2 - \varepsilon_0 E_0^2]\, d\tau + \iiint_{V-\Delta_1} \frac{1}{2}[\varepsilon_0 E_2^2 - \varepsilon_0 E_0^2]\, d\tau - \iiint_{\Delta_2} \frac{1}{2}[\varepsilon_0 E_0^2 + \mu_0 H_0^2]\, d\tau = 0. \tag{6}$$

Ceci permet, toutes les fois que la répartition spatiale des champs est connue, de relier ε' à la variation d'un ou plusieurs paramètres géométriques de la cavité.

Pour des cavités de symétrie simple, l'application de la méthode indiquée est immédiate. Pour un résonateur cylindrique à champ magnétique axial, la perturbation compensatrice peut affecter la surface complète d'une des bases dont le déplacement axial sera mesuré et relié à ε'.

Le cas de la cavité cylindrique à champ électrique purement axial et à champ magnétique purement circonférentiels est différent parce que l'intégrale $\iint P_0\, d\tau$ étendue à *toute* la surface de base est nulle. On ne pourra donc plus fermer le cycle indiqué plus haut qu'en effectuant une perturbation n'intéressant qu'une *partie*, soit des bases, soit de la paroi latérale. Ceci nous conduit à un dispositif nouveau qui sera décrit dans une Note ultérieure.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *A propos de deux Notes de MM. Ehrenhaft et Herzog. Un champ magnétique uniforme est-il capable d'accélérer un rayonnement émis par le radium* E ? Note de MM. **Eugène Cotton**, **Pierre Tauzin** et **Belling Tsaï**, présentée par M. Aimé Cotton.

Ehrenhaft et Herzog ont décrit des expériences dans lesquelles un champ magnétique uniforme semble favoriser la traversée d'une plaque d'aluminium par le rayonnement du radium E. Les auteurs paraissent croire que ce rayonnement contient des pôles magnétiques isolés. En réalité, les faits observés semblent dus au rayonnement X de freinage produit par les rayons β dans l'aluminium.

Dans une Note, Ehrenhaft et Herzog [1] avaient signalé que l'épaisseur minima d'aluminium nécessaire pour arrêter le rayonnement d'une source de radium E et l'empêcher d'atteindre une plaque photographique augmente si l'on place la source, l'aluminium et la plaque photographique dans un champ magnétique perpendiculaire à l'ensemble. Les auteurs semblaient admettre que le rayonnement du radium E contient des particules accélérées par un champ magnétique homogène, autrement dit des pôles magnétiques isolés.

---

[1] *Comptes rendus*, **227**, 1948, p. 626.

En collaboration avec M. A. Cotton ([2]), nous avions objecté à cette interprétation que le noircissement de la plaque pouvait s'expliquer, soit par l'action d'une composante rapide du faisceau direct de rayon β concentré par le champ magnétique, soit par l'action du rayonnement électromagnétique de freinage émis par les électrons en traversant l'aluminium (*Bremsstrahlung*).

Ehrenhaft et Herzog ([3]) ont alors défendu leur point de vue par de nouvelles expériences; au lieu de faire varier l'épaisseur de l'absorbant, ils l'ont maintenue fixe 2^{mm} et ils ont fait varier le temps de pose avec le champ magnétique. Mais l'interprétation de ces expériences est encore sujette à caution, car elle fait intervenir une notion imprécise : le facteur de concentration des rayons β par le champ magnétique.

Même en l'absence de champ magnétique, comme tous les auteurs qui ont étudié le Radium E, nous avons observé qu'une source de cet élément (intensité initiale 2,1 millicurie environ, diamètre 7^{mm}), laisse passer à travers des épaisseurs d'aluminium très supérieures à 3^{mm}, un rayonnement décelable par un compteur de Geiger. Nous avons vérifié que l'intensité de ce rayonnement décroît avec la période du radium E (5 jours). Cette intensité a l'ordre de grandeur attendue théoriquement pour un effet de Bremsstrahlung.

Encore en l'absence du champ magnétique, nous avons obtenu un noircissement en plaçant au contact pendant 2 heures, la source précédente, une plaque d'aluminium de 2^{mm} d'épaisseur et une plaque Superfulgur. Ces faits montrent que le radium E émet un rayonnement qui, en l'absence de champ, est capable de traverser des épaisseurs d'aluminium de l'ordre de celles employées par Ehrenhaft (2 à 3^{mm}) et même supérieures. Nous avons alors repris les expériences d'Ehrenhaft et Herzog. Ils plaçaient toujours la plaque d'aluminium au contact de la plaque photographique, il nous a paru essentiel de commencer par faire varier leur distance. C'est un point important, car, si la tache observée résulte du *Bremsstrahlung*, elle doit devenir moins intense et plus diffuse au fur et à mesure qu'on augmente cette distance. C'est bien ce qu'on a pu constater. Les expériences ont été faites dans le champ uniforme du grand électro-aimant de Bellevue et pour deux valeurs du champ : 22000 et 44000 gauss. Pour chaque valeur, on a fait trois essais en plaçant dans un vide de l'*ordre du mercure*, la plaque d'aluminium d'abord contre la plaque photographique Superfulgur Guilleminot, ensuite contre la source, et enfin à égale distance des deux. Les temps de pose ont été pris équivalents. On a tenu compte pour les déterminer de la décroissance exponentielle de l'intensité de la source. Pour la première expérience, ce temps était de 3 heures 30, et l'intensité de la source 0,8 millicurie pour un diamètre de 7^{mm}. Ajoutons, et ceci est une nouvelle preuve en faveur du *Bremsstrahlung* que, pour une géo-

([2]) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 794.
([3]) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 550.

métrie donnée du dispositif, le passage de l'une à l'autre valeur du champ ne change pratiquement pas l'intensité des taches.

Sur un point particulier, les expériences précédentes sont encore en contradiction avec l'explication à partir de pôles magnétiques isolés. Comparons l'expérience où la plaque d'aluminium est équidistante de la source et de la plaque photographique dans le champ magnétique de 44 000 gauss, et celle où la plaque d'aluminium est contre la plaque photographique dans le champ de 22 000 gauss. Dans les deux cas, les prétendus pôles isolés arriveraient sur la plaque d'aluminium avec la même énergie, puisque le travail de la force qui déplace le pôle depuis la source jusqu'à cette plaque est le même. Dans les deux cas, la plaque d'aluminium serait traversée par le même nombre de pôles, et la plaque photographique devrait être pareillement impressionnée. Or, ce n'est pas ce qu'on observe, puisque l'impression est moins forte et plus étendue lorsque la plaque d'aluminium est loin de la plaque photographique.

Pour confirmer notre point de vue, nous avons fait des essais en remplaçant la plaque Superfulgur par des plaques Ilford G_5 spéciales pour électrons, beaucoup plus sensibles. Leur noircissement global était visible à l'œil nu. Mais l'examen au microscope montre l'existence de trajectoires qui commencent en des points répartis dans toute la profondeur de la gélatine. L'aspect de ces trajectoires rappelle tout à fait celui observé dans le cas d'un rayonnement X ou γ complexe.

POLARIMÉTRIE. — *Réalisation macroscopique d'un « Effet Cotton » en ondes hertziennes.* Note de MM. **Roger Servant** et **Pierre Loudette**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons montré [1], à l'aide d'un polarimètre hertzien, qu'un *modèle* hélicoïdal, présentant son axe dans la direction de propagation des ondes, faisait tourner le plan de polarisation d'un angle ρ variable avec la longueur d'onde.

Le phénomène se complique lorsque la longueur d'onde utilisée se trouve dans le domaine d'absorption du résonateur hélicoïdal. La vibration émergente n'est plus rectiligne. Le courant débité par l'analyseur, au lieu de s'annuler complètement pour une position convenable de celui-ci, passe seulement d'une valeur maximum I à une valeur minimum i, qui peut être très différente de zéro. Il faut admettre que l'on pointe maintenant une vibration elliptique dont on mesure l'inclinaison ρ du grand axe et dont l'ellipticité est caractérisée par i/I. La figure 1 fournit les courbes de dispersion de ρ et i/I en fonction de la longueur d'onde, pour une hélice caractérisée, suivant nos conventions [1], par $p = 4^{cm},5$, $d = 19^{cm}$, $\alpha = 105^{\circ}$.

(1) R. Servant et P. Loudette, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1465.

Le phénomène observé présente les mêmes caractéristiques que l'effet Cotton. Celui-ci consiste, on le sait, en une *anomalie* de pouvoir rotatoire naturel, dans la région d'absorption active, accompagnée d'une ellipticité des

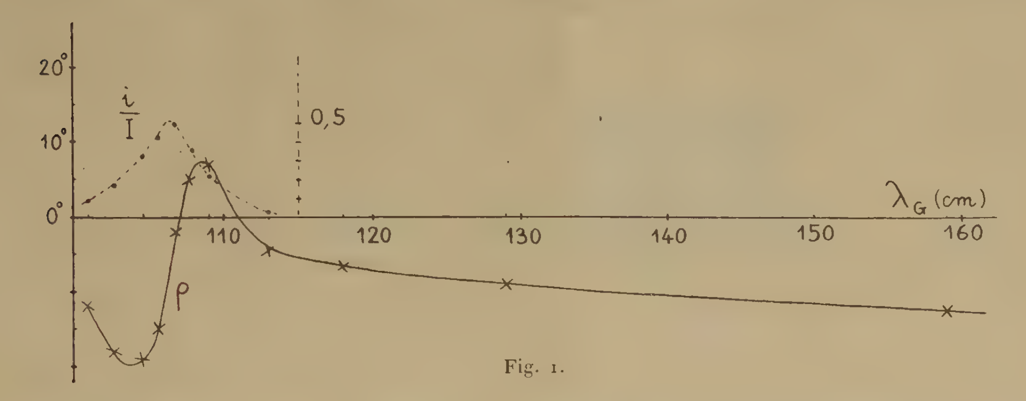


Fig. 1.

vibrations émergentes, maximum au centre de la bande et s'annulant sur ses bords. Un effet analogue existe pour le pouvoir rotatoire magnétique des solutions de sels paramagnétiques étudiées dans leur région d'absorption.

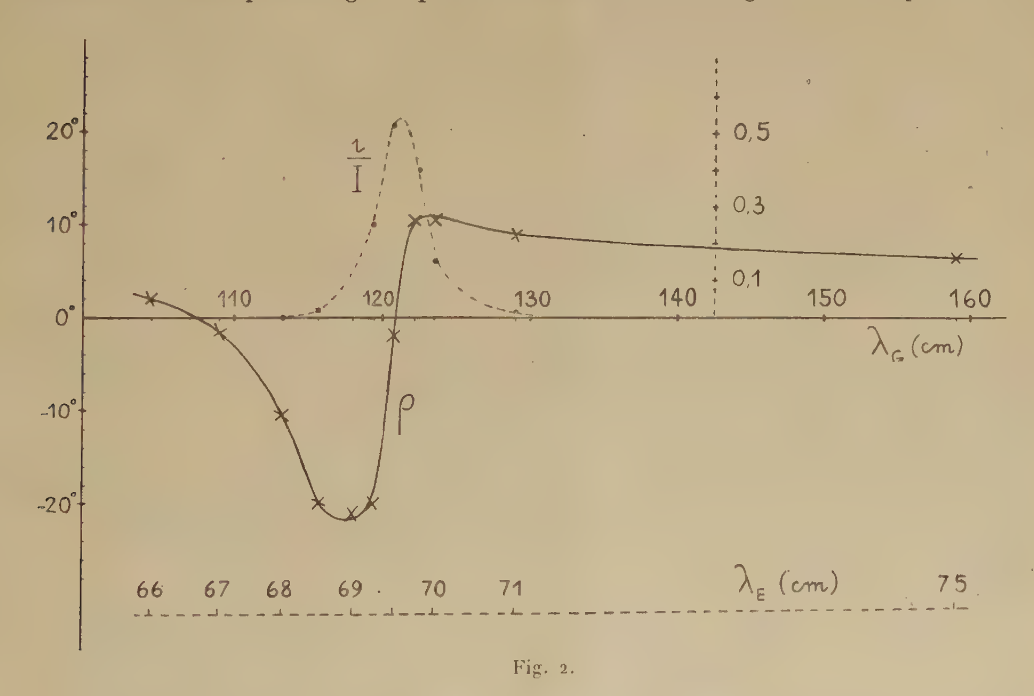


Fig. 2.

Ici, les phénomènes observés sur les modèles hélicoïdaux sont tout à fait semblables, mais peuvent atteindre un ordre de grandeur considérable : la figure 2 fournit les résultats pour une hélice $p = 5^{cm},5$ $d = 22^{cm},5$, $\alpha = 75°$. L'anomalie de rotation est d'environ 30° et i/I atteint 0,5.

D'ailleurs, en modifiant l'orientation α de la vibration incidente par rapport

au rayon origine de la section droite de l'hélice, on peut faire varier la grandeur de l'anomalie et par voie de conséquence celle de l'ellipticité : en prenant successivement $\alpha = 75°$, $70°$ $65°$ et $63°$, on obtient un i/I maximum de 0,5, 0,75 0,85 et 0,95, ... Ainsi, la possibilité d'une *polarisation circulaire* complète peut être envisagée, selon nous, comme une conséquence d'un effet Cotton.

Enfin, la position de l'anomalie dans le spectre hertzien peut être modifiée en agissant sur le modèle hélicoïdal : Quand on expérimente successivement des hélices $d = 22^{cm},5$ ($p = 5,5$), $d = 19^{cm}$ ($p = 4,5$), $d = 17^{cm},5$ ($p = 4,5$), on constate que le maximum de dichroïsme circulaire se déplace de 121^{cm} à 107 et 103^{cm}. La bande d'absorption active intervenant ici semble correspondre sensiblement à la longueur d'onde propre d'absorption $\lambda_1 \neq 2\pi d$ de l'oscillateur circulaire ouvert qui serait la projection de l'hélice (mono spire) sur un plan perpendiculaire à son axe.

Des expériences sont en cours pour essayer de mettre en évidence (pour chaque hélice) une deuxième bande d'absorption active λ_2, liée vraisemblablement, si le modèle étudié s'apparente à celui de Condon, non plus à la valeur du diamètre, mais à celle du pas de l'hélice.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Sur la détermination de la réactance de fuites des transformateurs.* Note (*) de M. **Jean Lagasse**, transmise par M. Charles Camichel.

L'auteur rappelle tout d'abord le principe de la *méthode de résonance* qu'il a déjà proposée. Il indique ensuite comment il est parvenu à perfectionner cette méthode. Etudiant à tension variable le fonctionnement d'un transformateur dont le secondaire alimente des capacités, il montre que la réactance de fuites d'un transformateur est constante et que cette grandeur est bien définie,

Dans une précédente publication ([1]) nous avons, avec M. Teissié-Solier, proposé une méthode permettant de déterminer la réactance de fuites des transformateurs.

Les résultats obtenus sur divers appareils de ce type se sont montrés en parfait accord avec ceux déduits de l'application de la méthode de Kapp.

Rappelons le principe de la méthode à laquelle nous avons donné le nom de *méthode de résonance*.

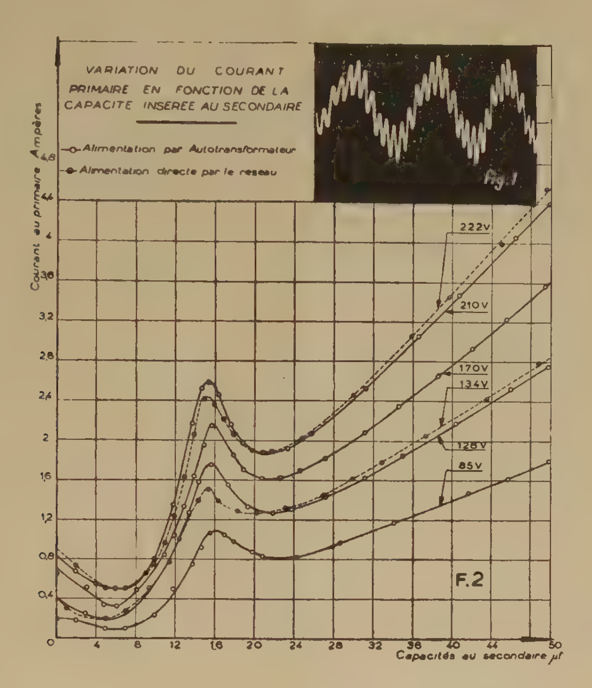
Si l'on dispose au secondaire d'un transformateur, des condensateurs dont on peut faire varier la capacité, on observe sur l'écran d'un oscillographe cathodique inséré dans le circuit primaire, pour des valeurs bien déterminées de cette capacité, la résonance des harmoniques du courant primaire.

Il suffit alors d'utiliser la condition de résonance $n^2 lc\omega^2 = 1$, pour déterminer la valeur $l\omega$ de la réactance de fuites de ce transformateur.

(*) Séance du 3 janvier 1951.

([1]) M. Teissié-Solier et J. Lagasse, *Électricité*, 151, 1949, p. 103 et 152, 1949, p. 125.

Cette méthode était d'un emploi délicat, puisqu'elle nécessitait, pour rechercher la valeur de la capacité correspondant à la résonance d'un harmonique, l'observation sur l'écran cathodique, de l'amplitude relative des pointes dues à la résonance de l'harmonique, pointes qui se greffaient sur l'onde fondamentale (*fig.* 1).



Dans ces conditions, il nous a paru intéressant d'améliorer l'application de cette méthode en remplaçant l'observation d'une courbe vue sur l'écran d'un oscillographe par la lecture directe d'un appareil de mesure.

Un tel résultat peut être obtenu de la manière suivante :

On insère dans le circuit primaire du transformateur un ampèremètre, présentant un coefficient de self-induction négligeable (ampèremètre thermique par exemple). On fait ensuite croître, depuis une valeur nulle, celle des capacités insérées au secondaire du transformateur.

La courbe des variations du courant primaire en fonction de la valeur de la capacité introduite au secondaire présente l'allure d'une courbe de Mordey, dans le cas où la tension d'alimentation est pratiquement sinusoïdale.

Par contre, si au voisinage du transformateur étudié, on couple sur le réseau, un alternateur dont la courbe de tension est déformée par un harmonique, l'harmonique de denture par exemple, les variations du courant primaire du transformateur en fonction de la capacité insérée au secondaire présentent un maximum, analogue à ceux que l'on peut voir sur les courbes (*fig.* 2), relatives à une étude à tension variable d'un transformateur de 2 kVA.

La décomposition en série de Fourier de la courbe de la tension d'alimen-

tation utilisée nous a montré que l'amplitude de l'harmonique 11, retrouvé dans cette tension, restait malgré tout faible. En effet, dans les conditions de nos mesures, l'amplitude de l'harmonique 11 représentait seulement 3,5/1000 de l'amplitude de l'onde fondamentale.

Les maxima de l'intensité du courant, visibles sur la figure 2, proviennent du passage par la résonance de l'harmonique correspondant (dans le cas considéré harmonique 11).

Dès lors, il suffit de repérer sur l'axe des abscisses la valeur de la capacité provoquant cette résonance pour calculer la réactance de fuites.

Cette méthode nous a également permis d'examiner l'influence de la saturation sur la valeur de la réactance de fuites, en insérant entre le réseau et le transformateur étudié, un auto-transformateur dont le coefficient de fuites était lui-même négligeable, et en réalisant ainsi une alimentation à tension progressivement croissante.

Les diverses courbes de la figure 2 montrent que la résonance de l'harmonique 11 se produit, sans divergence notable, quelle que soit la tension primaire, pour une même valeur de la capacité insérée au secondaire.

Les résultats obtenus en appliquant la condition de résonance pour les valeurs de la capacité correspondant aux maxima de courant permettent de confirmer que la réactance de fuites d'un transformateur n'est pratiquement pas modifiée par l'effet de saturation.

Tension d'alimentation (Volts)....	85	128	134	170	210	222
Réactance de fuites (Ohm).......	1,65	1,66	1,67	1,66	1,67	1,67

RADIOACTIVITÉ. — *Spectrographie par diffraction cristalline du rayonnement électromagnétique du* RaD. Note (*) de MM. **Marcel Frilley, Bhaskar G. Gokhale** et **Manuel Valadares**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Nous avons repris, avec un spectrographe à cristal courbé, l'étude du rayonnement électromagnétique du RaD qui avait été analysé antérieurement par la méthode du cristal tournant (¹). Nous avons d'abord tenté d'utiliser des lames de sel gemme courbées, provenant de monocristaux naturels ou artificiels dont le pouvoir réflecteur est très élevé. Mais, s'il est possible d'obtenir des spectres convenables avec certaines lames, les résultats sont instables car les lames qui se sont courbées élastiquement se déforment dans leur support, les cristaux étant relativement plastiques à la température ordinaire. Nous avons ensuite adopté des lames de mica muscovite en utilisant les plans (100),

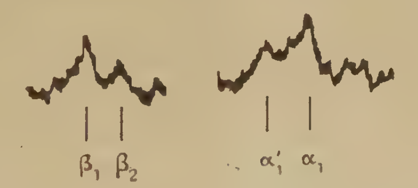
(*) Séance du 6 décembre 1950.

(¹) M. Frilley, *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 505; L. Salgueiro, *Portugaliæ Physica*, 1, 1944, p. 67; Frilley et Tsien-San-Tsiang, *Comptes rendus*, 220, 1945, p. 144; L. Salgueiro et M. Valadares, *Portugaliæ Physica*, 3, 1949, p. 21.

inclinés, dans nos échantillons, de 9°30′ sur la normale au plan de clivage et dont la distance réticulaire est 2,55 Å. Selon les rayonnements étudiés, l'épaisseur des lames était de 0,15 à 0^{mm},45, leur rayon de courbure 20 ou 40^{cm} (dispersion 12 UX/mm).

La faiblesse relative du pouvoir réflecteur a été compensée par l'emploi de plaques Ilford destinées à l'enregistrement des trajectoires d'électrons. Dans le cas des rayonnements de faible énergie, émis par le RaD, que nous avons étudiés (10 à 47 KeV), ces trajectoires ne comprennent que quelques grains et sont difficilement discernables. Nous avons donc utilisé le noircissement de ces plaques comme celui de plaques ordinaires, des expériences sommaires avec les spectres de rayons X L — Bi et K — Ag nous ayant montré que, pour des poses courtes, les plaques à électrons sont environ quatre fois plus sensibles vers 15 KeV et 15 fois plus vers 25 KeV que des plaques Superfulgur Guilleminot. Dans la région des raies L, pour avoir des enregistrements plus réguliers au microphotomètre, nous avons cependant utilisé (avec un révélateur à grain fin refroidi à 5°C) des plaques Superfulgur ou des films Kodak Kodirex, environ deux fois plus sensibles que ces plaques dans cette région.

Les plaques à électrons supportent mal des temps de pose de quelques jours à la température du laboratoire. Des décollements se produisent au moment du développement et un voile superficiel intense apparaît, dû vraisemblablement à des électrons parasites lents. Le premier de ces défauts a été éliminé en plongeant la plaque pendant 1 heure, avant développement, dans une solution aqueuse de formol à 10 %. Pour supprimer le voile qui est superficiel (tandis que les photons ont impressionné la plaque profondément) la plaque est d'abord traitée normalement et séchée. On la met ensuite pendant quelques secondes dans une solution acide de MnO_4K. Le voile et les traces d'abrasion disparaissent complètement. La plaque est ensuite passée au bisulfite de Na, et à nouveau fixée, lavée et séchée.



La source était constituée par 27^{mg} de nitrate de Pb contenant environ 50^{mC} de RaD répartis sur une surface de 2×12^{mm}. Le rayonnement était canalisé par l'entrefer d'un aimant permanent qui éliminait les rayons β du RaD et ceux du RaE en équilibre avec celui-ci.

Un tube à rayons X démontable, muni d'une anticathode de Cu recouverte d'un dépôt électrolytique de Bi, était utilisé pour enregistrer des spectres L — Bi dans les mêmes conditions que chaque série de spectres du RaD. La comparaison des intensités avec celle des raies L du RaD pouvait ainsi être

faite en tenant compte de l'absorption dans le cristal et de la sensibilité des plaques.

1. *Rayons* γ. — On enregistre facilement la raie de 46,7 KeV et celle de 32 KeV. Celle de 37 KeV est peu visible. La majeure partie de l'énergie rayonnée étant constituée par la raie de 46,7 KeV, on observe dans le faisceau direct une raie blanche très nette, symétrique de la raie noire par rapport au zéro de l'échelle des λ. Ces deux raies peuvent servir à l'étalonnage des spectres.

2. *Rayonnement* L *dû à la conversion interne*. — Les mesures des λ sont faites par rapport aux raies $L\alpha_1$ et $L\beta_1$ du Pb qui apparaissent avec le spectre émis par le Ra D, le Pb contenu dans la source étant excité par l'ensemble du rayonnement. Les λ coïncident, dans les limites de précision des mesures ($<$ 0,5 UX), avec celles du spectre de rayons X du Bi. Les raies antérieurement observées ont été obtenues avec un pouvoir de résolution accru qui a permis de séparer nettement $L\beta_1$ (83) et $L\beta_2$ (83), ainsi que $L\beta_4$ (83) et $L\beta_1$ (82). Une bande satellite $L\alpha'_1$ à 1 138 UX, distincte de $L\alpha_1$ a été en outre enregistrée, ainsi qu'un élargissement de $L\alpha_2$ (83) vers les courtes λ. L'apparition de ces bandes satellites prévue théoriquement par L. Salgueiro et M. Valadares et les anomalies d'intensité déjà signalées posent d'importants problèmes; l'analyse de nos résultats et leur interprétation théorique seront exposées dans une prochaine Note.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Séparation du radiochlore par effet Szilard-Chalmers.* Note de MM. **John Keene Major** et **Pierre Süe**, présentée par M. Frédéric Joliot.

L'efficacité de l'effet Szilard-Chalmers sur C_2Cl_6 solide et en solution et sur CCl_4 irradiés par les neutrons émis par un réacteur à uranium : (*a*) est plus grande pour l'état liquide que pour l'état solide; (*b*) ne paraît pas dépendre de la concentration de la solution irradiée; (*c*) diminue considérablement avec le temps de l'irradiation.

La préparation de ^{36}Cl de période 10^6 ans en quantité mesurable et d'activité spécifique élevée nécessite une longue irradiation du chlore en neutrons lents, et la concentration du chlore actif, par l'effet Szilard-Chalmers [1], par exemple. Mais pour de longues irradiations dans les piles nucléaires, l'efficacité de cet effet est limitée [2], d'une part par la décomposition directe des molécules, due aux rayonnements gamma des produits de fission et aux neutrons, d'autre part par la recombinaison des atomes actifs avec les radicaux libérés, soit par la décomposition directe, soit par recul. Nous avons étudié l'efficacité de la séparation Szilard-Chalmers en fonction

---

(1) *Nature*, **134**, 1934, p. 462.

(2) R. R. Williams, *Journal of Physical and Colloid Chemistry*, 52, 1948, p. 603-611.

de la durée de l'irradiation, le chlore étant dans divers états. Le ^{38}Cl de 38 minutes formé en même temps nous a servi de traceur pour le ^{36}Cl de 10^6 ans.

Nous avons choisi CCl_4 et C_2Cl_6 pour les irradiations; ils ont une teneur en chlore élevée (92 et 90 %), et n'étant pas polarisables, la probabilité d'échange entre les atomes actifs et les molécules inactives devrait être faible. Du C_2Cl_6 recristallisé, soit solide, soit dissous dans C_6H_6, et du CCl_4 ont été irradiés dans la pile de Chatillon avec des flux de l'ordre de 10^{10} neutrons/cm²/sec. Le ^{38}Cl libéré a été extrait sans entraineur en agitant la solution active avec de l'eau, qui est séparée du CCl_4 et C_6H_6 résiduel. L'activité totale, extraite, et résiduelle ont été mesurées indépendamment dans des vases à liquide (3) entourant un compteur Geiger-Müller standard (4). Les mesures ont commencé deux à trois heures après la fin de l'irradiation, mais on a suivi la décroissance de chaque échantillon pendant au moins une période, pour s'assurer qu'il n'y avait pas de contamination par la réaction parasite $^{35}Cl(n, \alpha)^{32}P$. Dans quelques essais où l'extraction était faible et où la décroissance n'a pas suivi une période de 38 minutes, l'activité initiale a été extrapolée pour estimer la limite supérieure de l'efficacité de la séparation. Les résultats expérimentaux permettent de conclure :

1° L'efficacité de la séparation Szilard-Chalmers est plus grande pour l'état liquide que pour l'état solide. Après une irradiation d'environ 2 heures de C_2Cl_6 dissous dans C_6H_6, 51 % du radiochlore est séparable, mais seulement 8 % lorsque le C_2Cl_6 est irradié en solide. Ce résultat s'accorde qualitativement avec la théorie (5), qui prévoit que l'énergie nécessaire pour qu'un atome puisse sortir du champ des molécules voisines est plus petite pour un liquide que pour un solide; la recombinaison est donc plus probable dans l'état solide que dans l'état liquide, et la séparation est moins efficace.

2° Bien que la précision des mesures soit faible, l'efficacité de la séparation ne paraît pas dépendre de la concentration de la solution. Pour les concentrations de C_2Cl_6 dans C_6H_6 comprise entre 10 mg/cm³ et la saturation ($\sim$300 mg/cm³), les valeurs sont du même ordre, entre 30 et 50 %, pour une irradiation de 1,75 heure. Ces résultats diffèrent des conclusions tirées dans d'autres expériences avec des alcoylhalogènes en solutions alcooliques (6), (7), mais les composés, solvents, et dilutions n'étant pas les mêmes, la comparaison est difficile.

3° L'efficacité de la séparation décroît exponentiellement avec la durée de

(3) P. Süe, *Analyse par les radioéléments artificiels et par les neutrons* [*Bulletin de la Société chimique* (sous presse)].

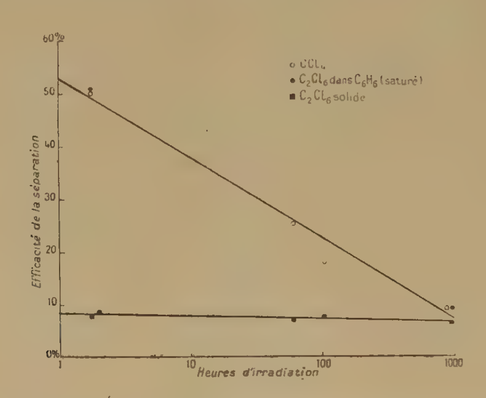
(4) R. Bouchez et G. A. Renard, *J. Phys. Rad.*, 7, 1947, p. 289-297.

(5) W. F. Libby, *J. Amer. Chem. Soc.*, 69, 1947, p. 2523-2534.

(6) W. F. Libby, *J. Amer. Chem. Soc.*, 62, 1940, p. 1930.

(7) W. F. Libby, *Science*, 93, 1941, p. 283.

l'irradiation pour C_2Cl_6 dissous dans C_6H_6 et pour CCl_4, mais avec C_2Cl_6 solide le faible rendement n'a pas permis de vérifier cet effet avec netteté (*figure*). Cette diminution s'accorde bien avec les prévisions de Williams (²) et ses travaux expérimentaux sur NH_4SbF_6 et $K_4Fe(CN)_6$. O'Neal (⁸) a trouvé une efficacité d'environ 100 % sur CCl_4 après 9 mois d'irradiation, mais sa source de neutrons n'étant que 100 mg de radium-beryllium, ses résultats ne sont donc pas directement comparables.



La diminution de l'efficacité de la séparation Szilard-Chalmers avec la durée de l'irradiation pour CCl_4 et C_2Cl_6 est attribuable à la recombinaison des atomes actifs avec les radicaux résultant de la décomposition du produit par les divers rayonnements. Il pourrait y avoir aussi une combinaison des atomes actifs avec les radicaux provenant de la décomposition du C_6H_6, donnant lieu à des synthèses de nouvelles molécules (⁹), (¹⁰), (¹¹). La décomposition du produit, qui se manifeste en outre par une coloration de la solution, due sans doute à du chlore inactif libéré, rendrait peu efficace l'extraction du ^{36}Cl pour des longues irradiations dans la pile du CCl_4 et C_2Cl_6.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur des échanges d'halogènes entre chlorures et bromures d'éléments de la quatrième colonne de la classification périodique.* Note de Mlle **Marie-Louise Delwaulle**, présentée par M. Jean Cabannes.

J'ai montré avec F. François que le simple mélange des tétrachlorure et tétrabromure de Ti, Ge, Sn conduisait par des réactions équilibrées à la formation des trois chlorobromures correspondants (¹). J'ai également mis en

---

(⁸) *Phys. Rev.*, 59, 1941, p. 109 A.

(⁹) E. Glückauf et J. W. J. Fay, *J. Chem. Soc.*, 1936, p. 390-393.

(¹⁰) A. F. Reid, *Phys. Rev.*, 69, 1946, p. 530-531 L.

(¹¹) P. Süe et A. Nouaille, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 954-957.

(¹) *Comptes rendus*, 219, 1944, p. 64; 220, 1945, p. 173; 227, 1948, p. 1229; 230, 1950, p. 1945.

évidence que le simple mélange du germanochloroforme et du germanobromoforme donnait les deux germanochlorobromoformes [1]. La méthode utilisée a été dans tous ces cas la spectrographie Raman. J'ai, depuis, constaté que l'équilibre s'établissait instantanément dans le cas de l'étain et des dérivés trihalogénés du germanium tandis qu'il était long à obtenir (tout au moins à 20°) dans le cas du germanium. Pour le titane, les poses doivent être longues à cause de la couleur jaune des chlorobromures; on ne peut donc savoir si l'équilibre est instantané.

Il est possible de suivre en fonction du temps les échanges d'halogènes entre $GeCl_4$ et $GeBr_4$. Il suffit de prendre des spectres Raman successifs d'un même mélange et de les comparer entre eux. Je me suis bornée jusqu'ici à l'étude qualitative du phénomène.

Une élévation de température augmente la vitesse d'échange des halogènes mais ne semble pas modifier l'équilibre final (tout au moins entre 20° et 60°).

La réaction est probablement catalysée par des traces de gaz HCl ou HBr dissous : si, après le mélange des deux halogénures (réalisé dans un tube vide de gaz), on fait à nouveau le vide pour éliminer toute trace des gaz HCl ou HBr, la réaction évolue beaucoup plus lentement. Le temps nécessaire à l'établissement de l'équilibre peut passer d'une dizaine d'heures à quelques jours.

On simplifie le phénomène en utilisant un gros excès de l'un des halogénures, $GeBr_4$ par exemple ; dans ces conditions lorsque l'équilibre sera établi on n'observera à côté de $GeBr_4$ que $GeBr_3Cl$ et très peu de $GeBr_2Cl_2$. Si l'on examine les spectres successifs obtenus, on n'observe d'abord que les spectres de $GeBr_4$ et $GeCl_4$, puis $GeBr_3Cl$ apparaît ainsi que $GeBr_2Cl_2$ et $GeBrCl_3$. On voit ensuite augmenter $GeBr_3Cl$ par rapport aux autres chlorobromures. Finalement $GeCl_4$ et $GeBrCl_3$ disparaissent complètement. On assiste donc à la substitution progressive des halogènes de $GeCl_4$ par le brome. $GeCl_2Br_2$ et $GeCl_3Br$ sont des intermédiaires pour arriver à $GeClBr_3$.

J'ai ensuite essayé des échanges d'halogènes entre dérivés tri et tétrahalogénés du germanium.

Le simple mélange de $GeBr_4$ et $GeHCl_3$ ou de $GeCl_4$ et $GeHBr_3$ donne lieu à des échanges d'halogènes qui conduisent finalement à toute la gamme des chlorobromures et des germanochlorobromures. Un problème aussi compliqué est résoluble parfaitement par la spectrographie Raman : il suffit, connaissant les spectres de toutes les molécules susceptibles de se former, de chercher dans le spectre du mélange les raies les plus caractéristiques de chacune d'elles.

J'ai enfin essayé des échanges d'halogènes entre halogénures d'éléments différents :

$$SnBr_4 + GeCl_4 \rightleftharpoons SnBr_3Cl + GeCl_3Br.$$

L'échange d'halogènes est faible. On met cependant en évidence sur le spectre du mélange les trois raies les plus caractéristiques du spectre de

$SnBr_3Cl$ [105, 120, 235 ($\rho = 0,05$) cm^{-1}] ainsi que les raies [160, 309 ($\rho = 0,05$), 417 cm^{-1}] de $GeCl_3Br$.

Par contre $GeBr_4$ et $SnCl_4$ ne donnent aucun échange même à 60°,

$$SnBr_4 + TiCl_4 \rightleftharpoons SnBr_3Cl + TiCl_3Br$$

mais $SnBr_4$ ne donne aucun échange avec $SiCl_4$.

Parmi les dérivés trihalogénés :

$$CHCl_3 + GeHBr_3 \rightleftharpoons CHCl_2Br + GeHBr_2Cl$$
$$CHBr_3 + GeHCl_3 \rightleftharpoons CHClBr_2 + GeHBrCl_2.$$

Les halogènes des dérivés trihalogénés sont plus mobiles que ceux des dérivés tétrahalogénés. La mobilité croît quand on passe du germanium à l'étain.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la dilatation des composés organiques fluorés.* Note (*) de M. **Jean-François Joliet**, présentée par M. Pierre Jolibois.

1. Dans une précédente Note nous avons signalé que les atomes d'hydrogène terminaux d'un carbure normal C_nH_{2n+2}, bien qu'occupant un volume voisin de celui de l'atome-gramme d'hydrogène libre, à l'état liquide, avaient un coefficient de dilatation voisin de celui des gaz parfaits.

L'étude des composés normaux $C_nH_{2n+1}F$ conduit à des conclusions analogues.

A la température ordinaire, l'atome de fluor, dans la molécule organique liquide, se trouve à une température supérieure à sa température critique. Son coefficient de dilation doit donc être voisin de celui des gaz. Autrement dit, le coefficient de dilatation calculé à partir de la somme des volumes atomiques de H et F doit être sensiblement égal à celui qui a été trouvé pour H.

La somme des volumes d'encombrement de l'atome d'hydrogène terminal et de l'atome de fluor est

$$\varphi = 15,5 + 15,3 = 30^{cm^3},8.$$

Posons, en rappelant que V_0 est le volume molaire du composé organique étudié à 0°, K le coefficient de dilatation de la molécule [H—$(CH_2)_n$—F]; k_{CH_2} celui du groupe CH_2 et k celui de l'ensemble hydrogène-fluor,

$$V_0 K = n k_{CH_2} + \varphi k.$$

En remplaçant les lettres par leurs valeurs, on obtient bien pour k (tableau I) des nombres compris entre 0,0030 et 0,0035.

(*) Séance du 6 décembre 1950.

TABLEAU I.

Corps.	t.	ρ.	K.	k.
C_4H_9F	0	0,8005	0,00154	$0{,}003_1$
	20	0,7761		
$C_6H_{13}F$	0	0,8200	0,00118	$0{,}003_1$
	20	0,8002		
$C_7H_{15}F$	0	0,8251	0,00122	$0{,}003_4$
	21,5	0,8039		

2. Lorsque l'halogène est liquide à la température ordinaire, on peut, en donnant au coefficient de dilatation de l'hydrogène terminal la valeur moyenne tirée du tableau de la Note précédente (0,0033), calculer le coefficient de dilatation de l'halogène à partir de la relation d'additivité,

$$V_0 K = nk_{CH_2} + v_H k_H + v_{Br} k_{Br}.$$

Comme le montre le tableau II, on obtient, pour coefficient de dilatation moyen de Br entre 0 et 25°C, des valeurs comprises entre 0,00105 et 0,00110, alors que le coefficient de dilatation vrai du brome à 20°C est $k = 0{,}00111$.

TABLEAU II.

Corps.	t.	ρ.	V_0.	K.	k_{Br}.
$C_5H_{11}Br$	0	1,24313	$121{,}4_7$	$0{,}0010_3$	$0{,}0011_0$
	25	1,21135	$124{,}6_5$		
$C_6H_{13}Br$	0	1,19807	$137{,}7_2$	$0{,}0009_9$	$0{,}0011_0$
	25	1,16899	$141{,}1_5$		
$C_7H_{15}Br$	0	1,16134	$154{,}1_3$	$0{,}0009_4$	$0{,}0010_5$
	25	1,13448	$157{,}7_8$		
$C_8H_{17}Br$	0	1,13312	$170{,}3_2$	$0{,}00090_5$	$0{,}0010_5$
	25	1,10790	$174{,}2_0$		

Si l'on applique le même raisonnement aux iodures alcooliques $C_nH_{2n+1}I$, on trouve pour coefficient de dilatation de l'iode, au sein de la molécule, des valeurs comprises entre 0,0005 et 0,0007, alors que le coefficient de dilatation moyen de l'iode libre à l'état solide est, d'après Sapper et Biltz, 0,0002 entre — 85 et + 20°C.

Différentes raisons peuvent expliquer cet écart :

1° L'incertitude sur les dernières décimales des coefficients de dilatation de CH_2 et de H ne permet pas d'affirmer l'exactitude de la 4ᵉ décimale qui représente le premier chiffre du coefficient de dilatation de l'iode à l'état solide.

2° On ignore à quel état peut être assimilé l'état physique de l'iode dans la molécule organique (liquide ou solide).

3° Dans la détermination des densités des métalloïdes à l'état solide, à différentes températures, il semble y avoir un certain désaccord entre les diffé-

rents expérimentateurs, car on observe, sur les coefficients de dilatation de certains éléments (P, S) des écarts qui varient du simple au triple.

Dans une Note ultérieure nous montrerons que la variation de volume des nitriles, des alcools, etc., pour une variation de température Δt, peut être calculée avec précision si, à la température ordinaire, on considère les nitriles normaux, par exemple, non comme le résultat de la substitution du groupe $-C \equiv N$ à l'hydrogène terminal d'un carbure normal C_nH_{2n+2}, mais comme résultant de l'addition pure et simple de n groupes (CH_2) et d'une molécule-gramme d'acide cyanhydrique liquide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un effet mécanique superficiel en électrolyse par étincelle.* Note de M. **Pierre Barret**, présentée par M. Pierre Jolibois.

La pulvérisation de la cathode liquide en électrolyse par étincelle ([1]) obéit à des lois que nous nous efforçons d'établir ([2]) afin de préciser l'origine et le mécanisme du phénomène.

De même que l'on définit la vitesse de la pulvérisation cathodique ([3]) par la masse de matière projetée par unité de temps, de même, nous appellerons dans le cas du phénomène étudié ici, vitesse de pulvérisation

$$u = \frac{dm}{dt} = \rho \frac{dV}{dt}$$

(où ρ est la masse spécifique et V le volume du liquide pulvérisé) la masse de liquide dispersée par unité de temps dans la phase gazeuse.

L'expression électrolyse par étincelle indirecte ou hétérogène signifie que l'on opère par l'intermédiaire d'une électrode en matière poreuse dans laquelle la solution est absorbée par capillarité ([4]). Si l'étincelle frappe directement la surface libre du liquide, l'électrolyse sera dite normale ou homogène.

Afin de séparer les variables électriques des variables mécaniques et physico-chimiques dont le phénomène dépend, un premier groupe d'expériences porte sur des solutions de différents électrolytes à des concentrations telles que leur conductivité ait la même valeur. La conductivité de référence est celle d'une solution normale de ClK à 18°6 : $\sigma_{18^\circ} = 982.10^{-4}$ mhos. L'objet de cette Note est d'énoncer une loi qui paraît commune à toutes les solutions étudiées,

Quelle que soit la tension utilisée et l'intensité du courant, continu ou alternatif, la masse de liquide pulvérisé, à la pression atmosphérique, en électrolyse par étincelle hétérogène, est proportionnelle à la quantité d'électricité négative qui traverse l'étincelle dans le sens solution-électrode extérieure.

([1]) P. Jolibois, *Comptes rendus*, 202, I, 1936, p. 400.
([2]) Note C. R. S. I. M., n° 185, Marseille, 1948.
([3]) M. Laporte, *Décharge dans les gaz*, Paris, p. 167.
([4]) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1212.

En électrolyse par étincelle normale, cette loi n'est qu'une limite vers laquelle tend le phénomène pour des intensités supérieures à 30 mA.

Voici, en particulier, les résultats de mesures portant sur une solution 1,618 N de ClNa; conductivité spécifique $\sigma_{18^\circ} = 982.10^{-4}$ mhos, masse spécifique : $\rho = 1,061$ g/cm³, viscosité $\eta = 0,0132$ dynes/cm², tension superficielle : $A = 74,5$ dynes/cm, en électrolyse par étincelle hétérogène à 18°C sur verre fritté n° 3 Pyrex.

Un appareil à circulation continue de même principe que celui dont se sert P. Jolibois pour l'étude du spectre de l'étincelle ([5]) est placé dans un thermostat. On verse dans cet appareil 50cm³ de la solution à expérimenter. Le volume du liquide pulvérisé est compensé par l'écoulement d'une burette. On mesure les quantités d'électricité à l'aide d'un voltamètre à eau acidulée. Le milliampèremètre continu est un appareil à cadre mobile. Le courant haute tension, fourni par un transformateur 600 p/sec, est redressé au moyen d'un kénotron. Aux bornes du circuit d'utilisation se trouve un condensateur de 1 μF.

	Intensité (mA).	Durée (t/min).	q élec. (coulombs).	Volume pulv. ΔV (cm³).	$\rho \frac{\Delta V}{\Delta t}$.	$K = \rho \frac{\Delta V}{q}$.
Tension max. 10000 V; θ, 18°C; Intervalle des électrodes, 2mm.	10	10	6,03	4,3	0,455	0,76
	20	5	6	4	0,85	0,71
	30	5	8,95	6,1	1,29	0,72
	40	5	12	7,9	1,68	0,70
	50	5	15	9,8	2,08	0,70
Tension max. 10000 V; Intervalle des électrodes, 4mm	10	10	5,95	3,9	0,415	0,70
	20	5	6,01	4,1	0,87	0,725
	30	5	9	5,9	1,25	9,70
	40	5	12,1	8	1,7	0,71
	50	5	15	10,1	2,15	0,715
	60	5	17,9	12	2,56	0,712

Tension max., 7500 volts; dist. électr. 3mm. Moyenne, 0,72.
» 5000 » » 2mm,5 » 0,705.
Courant variable au hasard au cours du temps. » 0,725.

En courant alternatif 600 p/sec, on branche aux bornes d'une résistance de 1 Ω, en série sur le circuit, une dérivation comprenant un redresseur et un galvanomètre étalonné en courant continu. La constante K par rapport à la quantité d'électricité négative traversant l'étincelle dans le sens solution-électrode a une valeur moyenne de 0,73.

Ces expériences permettent d'exprimer en courant continu, la vitesse de pulvérisation par une relation linéaire en fonction de l'intensité $u = \rho(dV/dt) = Ki$ ou $dV = K\,dq$, équation qui, intégrée, donne $(V - V_0) = Kq$.

Cette relation peut se généraliser à tout courant continu ou alternatif en

([5]) P. Jolibois et R. Bossuet, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1189.

représentant par $\overline{q}$ la quantité d'électricité négative traversant l'étincelle dans le sens solution-électrode extérieure.

Pour un électrolyte donné, K est fonction de la concentration c de l'électrolyte dans la solution et de la température (coefficient de température entre 0 et 50°C pour ClNa 1,618 N : en moyenne 0,012 par degré).

L'expression générale de la loi énoncée peut donc s'écrire

$$K(c, t) = \rho \frac{\Delta V}{\overline{q}}.$$

C'est donc de l'établissement du réseau de courbes K pour les différents électrolytes que nous espérons faire apparaître l'explication du phénomène dont on peut dès lors pressentir une origine électrique.

ÉLECTROCHIMIE. — *Études polarographiques sur les aldéhydes*. II. *Les éthanals chlorés et bromés*. Note (*) de M. **Paul Federlin**, présentée par M. Pierre Jolibois.

Dans une précédente Note (¹) nous avons exposé les résultats d'une étude détaillée sur la réduction polarographique du bromoéthanal. Nous avons effectué un travail analogue sur les éthanals dibromé et tribromé, sur les trois chloro-éthanals et sur les acétals éthyliques correspondants.

1. *L'onde d'aldéhyde* s'observe en milieu non tamponné pour les trois aldéhydes bromés aux mêmes valeurs du potentiel $E_{1/2}$, mais l'intensité du courant i_L diminue quand le nombre d'halogènes augmente. L'aldéhyde monochloré donne une onde analogue, i_L étant encore plus faible. Les aldéhydes di- et trichlorés ne donnent plus rien. Il faut en conclure que la stabilité de l'hydrate d'aldéhyde augmente régulièrement dans cet ordre.

En présence de tampons alcalins, ces corps sont peu stables. L'onde est encore perceptible avec le dibromoéthanal. Son potentiel augmente légèrement avec le pH. Le bromal ne présente plus d'onde en milieu basique. Le monochloroéthanal subit une hydrolyse tout à fait comparable à celle de son analogue bromé, mais avec une vitesse environ cinq fois moindre.

2. *L'onde d'halogène* des dérivés polybromés ne correspond pas du tout à celle du monobromé. Son potentiel qui croît avec le pH, se place à des valeurs beaucoup plus négatives (1200 mV au lieu de 400). Le coefficient de température de i_L et l'effet de hauteur du mercure indiquent une onde de diffusion. La réductibilité n'est donc plus subordonnée à la fonction aldéhyde libre, mais concerne l'hydrate.

(*) Séance du 18 décembre 1950.

(¹) A. Kirrmann et P. Federlin, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1066.

L'application de la formule d'Ilkovič donne comme résultat $n = 2$ électrons; la réduction se fait suivant le schéma $RBr + 2e^- + H^+ = RH + Br^-$.

Dans l'éthanal chloré, l'halogène est moins réductible que le brome du bromoéthanal ($E_{1/2} = 1100$ mV environ). Cependant l'onde reste d'allure cinétique, la réduction suppose l'aldéhyde libre.

Dans l'éthanal dichloré, l'onde du chlore disparaît, comme celle de l'aldéhyde. Le chloral donne une onde d'halogène dans les mêmes conditions que les éthanals polybromés, elle est due à la réductibilité du chlore de l'hydrate de chloral.

3. *Les acétals* présentent des ondes analogues à celles des hydrates. Le potentiel de l'onde de l'acétal monobromé est très négatif. La réduction devient plus facile pour les dérivés di- et tribromés (1200 mV environ au lieu de 1900). Parmi les dérivés chlorés, seul le trichloracétal est réductible, le potentiel est légèrement moins négatif que celui de l'hydrate correspondant.

4. Nous avons fait quelques observations sur l'*influence du milieu*. Nous avons employé comme cation d'électrolyte de fond le lithium et le tétraméthylammonium. Ce dernier provoque un abaissement de $E_{1/2}$ toujours voisin de 200 mV pour les ondes d'halogène. L'emploi de dioxane à 50 % a été nécessaire pour les acétals. Des essais avec l'hydrate de choral dans ce solvant et dans l'eau ont montré que le dioxane faisait monter $E_{1/2}$ de quelques dizaines de mV et diminuait i_L d'environ 1/3. Ce dernier effet est dû à l'augmentation de la viscosité lorsqu'on passe de l'eau aux mélanges eau-dioxane.

Valeur de $E_{1/2}$ à 25° par rapport à l'électrode au calomel saturé.

		Onde d'aldéhyde.			Onde d'halogène.			Onde d'acétal.		
	Milieu.	mono.	di.	tri.	mono.	di.	tri.	mono.	di.	tri.
Chloré	non tamponné...	1830	–	–	1130	–	1625	–	–	1300
	pH voisin de 5..	–	–	–	1000	–	–	–	–	–
	pH voisin de 10..	1800	–	–	1170	–	1600	–	–	1320
Bromé	non tamponné...	1850	1855	1850	485	1210	1260	–	1250	1260
	pH voisin de 5..	–	–	–	360	1020	1110	–	–	–
	pH voisin de 10..	1820	1840	–	–	1180	1400	1950	1260	1250

CHIMIE MINÉRALE. — *Réaction du mélange de Brodie avec les carbones graphitisables et non graphitisables.* Note de M. **Jacques Maire**, présentée par M. Gustave Ribaud.

Les études de structure aux rayons X ont montré qu'il y a deux groupes de carbones très différents, les carbones graphitisables et les carbones non graphitisables, et que les différences de structure qui existent entre ces deux groupes apparaissent déjà dans les carbones préparés à 1000° C, dans lesquels la

structure ordonnée est dans tous les cas très peu développée ([1]). Nous avons cherché à distinguer ces deux groupes de carbones par leurs propriétés chimiques. Dans ce but nous avons étudié la réaction de Brodie (formation de l'acide graphitique).

Les travaux antérieurs semblaient suggérer que la transformation d'un carbone en acide graphitique se fait d'autant plus facilement que la structure du carbone se rapproche plus de celle du graphite ([2]). Nous avons trouvé que la possibilité de faire cette transformation dépend d'une manière beaucoup plus sensible de l'aptitude d'un carbone à la graphitisation que de son état de graphitisation.

La transformation du graphite en acide graphitique se fait sans perte sensible de carbone, et avec un gain de poids de l'ordre de 50 %. On peut donc utiliser le gain de poids comme mesure du taux de réaction.

Pour la préparation de l'acide graphitique nous avons étudié le mélange de Brodie, $HNO_3 + KClO_3$ à 60°, en opérant toujours dans un flacon laveur à plaque de verre fritté à travers laquelle passait un courant d'air sec, de façon à avoir une réaction homogène. Dans ces conditions la transformation du graphite artificiel Acheson était effectuée aux trois quarts en cinq minutes, et au bout d'une heure, le diagramme de rayons X montrait qu'il ne restait plus de graphite.

Pour l'étude des carbones non graphitiques nous avons utilisé 30^{cm^3} de HNO_3 et un poids de chlorate égal à 10 fois le poids du carbone; la durée de la réaction était d'une heure, et la grosseur de grain des carbones était toujours comprise entre les tamis 200 et 250.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau. Les carbones non graphitisables n'augmentent pas sensiblement de poids, et leurs diagrammes de rayons X ne sont pas modifiés après essai à cette réaction. Pour les carbones graphitisables, par contre, le gain de poids est de 20 à 40 % et les diagrammes de rayons X des produits obtenus montrent qu'il y a transformation partielle ou presque complète en acide graphitique.

Dans les carbones préparés à 1000° et au-dessus, les surfaces internes ne sont pas accessibles aux réactifs, même quand elles sont grandes ([3]). Ces carbones tamisés ont donc tous des surfaces accessibles à peu près égales. Nous avons fait réagir également un résidu de pyrolyse du chlorure de polyvinylidène chauffé à 500° seulement (pendant 24 heures). Dans ce carbone non graphitisable, la très grande surface interne est accessible aux réactifs, mais même dans ce cas il n'y avait pas trace de transformation en acide graphitique.

---

(1) R. E. Franklin, *Comptes rendus*, 232, 1951, p. 00.

(2) Berthelot, *Ann. Phys. Chim.*, (4), 19, 1870, p. 392; Ruess, *Monatshefte für Chemie*, 76, 1946-1947, p. 381.

(3) R. E. Franklin, *Trans. Far. Soc.*, 45, 1949, p. 668.

TABLEAU.

Carbones graphitisables.

	Prise d'essai (g).	Gain de poids (%).
Coke de brai	0,9905	31,7
» de pétrole	0,9852	18,2
Résidu de pyrolyse du chlorure de polivinyle	0,5007	40,82
Houilles anglaises chauffées à 1000° 89,4 % carbone	0,3556	20,5

Carbones non graphitisables.

	Prise d'essai (g).	Gain de poids (%).
Résidu de pyrolyse du chlorure de polyvinylidène, S	1,0281	3
S chauffé à 500° pendant 24 heures	0,0748	1
Charbon de sucre chauffé à 1400°	1,0244	1,1
» » » 2000°	0,0949	3,0
Houilles anglaises chauffées à 1000°, 82,4 % carbone	1,0157	2,8
» » » 1000°, 84,1 % »	0,4388	0,5

Pour qu'il se forme de l'acide graphitique, il faut que l'écartement des couches de structure graphitique [qui existent dans tous les carbones (1)] augmente de 3,4-3,7 Å jusqu'à 6 Å. Dans les carbones non graphitisables les petits paquets de couches parallèles sont fortement liés les uns aux autres par des liaisons latérales (1). Il semble que ces mêmes liaisons empêchent non seulement le réarrangement des couches qui devrait précéder la graphitisation, mais aussi l'écartement des couches pour former de l'acide graphitique. Dans les carbones graphitisables les couches ont une plus grande mobilité, qui leur permet à la fois de former à haute température des carbones graphitiques, et de réagir avec le mélange de Brodie.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude dilatométrique du néodyme métallique.* Note (*) de MM. **Félix Trombe** et **Marc Foex**, présentée par M. Paul Lebeau.

Nous avons établi antérieurement (1), (2), (3), (4) l'existence et les conditions de formation de plusieurs états du cérium. En particulier, ce métal porté à basse température présente une très forte diminution de volume (plus de 10 %). La transformation (— 164° C à température descendante et — 98° C à température ascendante) ne peut être attribuée à un changement de forme cristalline du cérium car ce dernier possède déjà avant contraction une structure compacte (cubique face centrée).

(*) Séance du 18 décembre 1950.

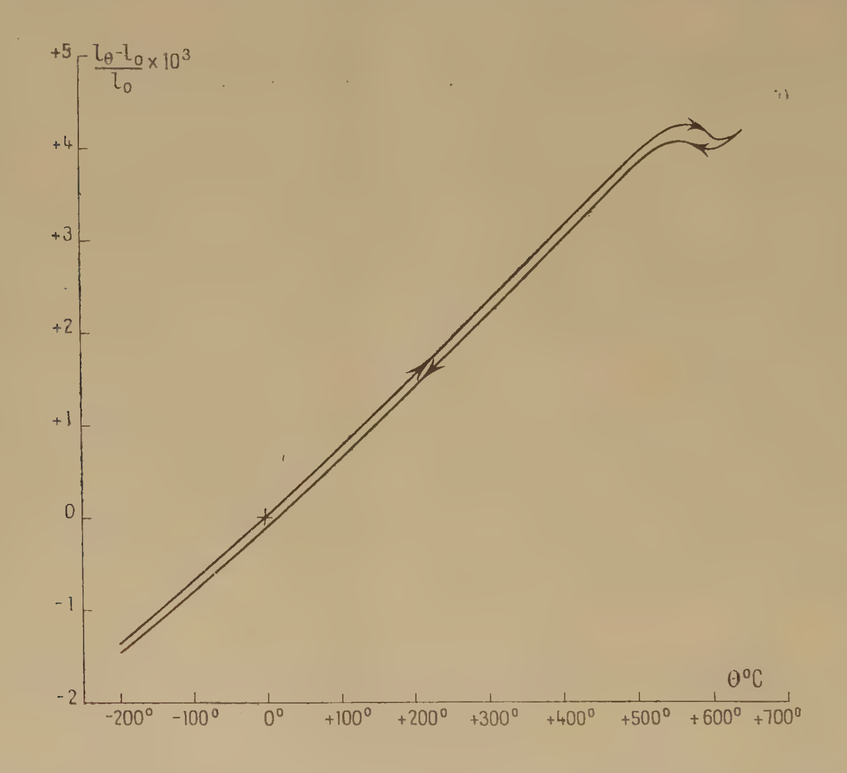
(1) F. Trombe, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1591.

(2) F. Trombe et M. Foex, *Comptes rendus*, 217, 1943, p. 501.

(3) F. Trombe et M. Foex, *Annales de Chimie*, 2e série, 19, 1944, p. 417.

(4) F. Trombe et M. Foex, *Revue de Métallurgie*, 64, 1947, p. 349.

Schuch et Studivant ([5]) ont trouvé en effet par une étude aux rayons X du cérium porté à basse température, une forme dense (contraction 16,5 %) coexistant avec la forme normale. La transformation complète en forme dense a été obtenue, à la température ordinaire, sous 15 000^{kg} de pression par Lawson et Tang ([6]). Dans les deux cas il ne s'agit pas d'un changement de structure, mais d'une variation de dimension de la maille due à une véritable transformation électronique : passage d'un électron 4 *f* sur une orbite de valence. Nos observations ([3]) (diminution de la susceptibilité magnétique et forte augmentation de la conductibilité électrique) sont en accord avec cette hypothèse.



Le lanthane dont nous avons effectué précédemment l'étude dilatométrique ([2]) ne donne pas de tels phénomènes.

Pour le néodyme qui, à l'état d'ion, ne possède que la seule trivalence, il doit en être de même. C'est ce que nous avons voulu vérifier dans le présent travail en prolongeant vers les basses températures les recherches déjà effectuées audessus de la température ordinaire par Jaeger, Bottema et Rosenbohm ([7]). Le néodyme métallique contenant quelques millièmes d'impuretés constituées

---

([5]) *J. Chem. Phys. U. S. A.*, 18, 1950, p. 145.

([6]) *Phys. Rev.*, 76, 1949, p. 301.

([7]) *Rec. Trav. Chim. des Pays-Bas*, 57, 1938, p. 1137.

surtout par du silicium, a été étudié par voie dilatométrique à l'aide d'un microdilatomètre Chevenard depuis le point d'ébullition de l'azote (— 195°C) jusqu'à 650°C. Les essais de basse température sont faits dans l'hydrogène, ceux de haute température dans de l'argon pur.

Les variations de longueur observées au chauffage et au refroidissement (*figure*) ne font pas apparaître de transformation notable à basse température et ne soulignent pas en particulier le coude observé dans l'étude thermomagnétique ([4]).

A haute température, on remarque seulement une légère anomalie de dilatation comportant une contraction à température ascendante; au refroidissement, le phénomène inverse est légèrement décalé. Il semble que cette anomalie corresponde à la transformation hexagonale $\rightleftharpoons$ cubique du néodyme mentionnée déjà par Jaeger, Bottema et Rosenbohm ([7]) vers 500°C.

Le coefficient de dilatation croît lentement et à peu près régulièrement de — 195°C à + 500°C; on note les valeurs suivantes $6{,}6 . 10^{-6}$ (entre — 195°C et 0°C), $7{,}4 . 10^{-6}$ (entre 0°C et + 200°C) et $7{,}8 . 10^{-6}$ (entre 200°C et + 400°C). Le néodyme présente donc, comme le cérium et le lanthane, un coefficient de dilatation anormalement faible pour un métal fondant à une température relativement basse (point de fusion 840°C).

En conclusion, dans le domaine de température étudié (— 195°C à + 650°C) le néodyme ne présente pas de transformation accompagnée d'un changement de volume important, semblable à celle observée précédemment pour le cérium métallique. Il est à remarquer d'ailleurs que l'addition d'une certaine proportion d'autres métaux des terres rares et en particulier de néodyme, au cérium provoque sous la pression normale la disparition des phénomènes que donne ce métal à l'état pur.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les arséniates mercureux et mercuriques*. Note (*) de MM. **Henri Guérin** et **Robert Boulitrop**, présentée par M. Paul Lebeau.

L'étude du système $As_2O_5 — OHg_2 — OH_2$ à 60° a permis de caractériser deux sels : l'orthoarséniate trimercureux AsO_4Hg_3 et le métaarséniate mercureux AsO_3Hg qui sont décomposés dans le vide dès 300° en arséniates mercuriques correspondants et mercure.

1. *Étude du système* $As_2O_5 — OHg_2 — OH_2$. — Nous avons entrepris sur les arséniates mercureux une étude comparable à celle effectuée précédemment sur les arséniates mercuriques ([1]).

(*) Séance du 18 décembre 1950.

([1]) H. Guérin et R. Boulitrop, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 447-448.

Ces deux séries de recherches, conduites dans les mêmes conditions de température (60°), présentent tant par les difficultés rencontrées que par les résultats obtenus une grande analogie.

L'insolubilité des arséniates mercureux dans l'acide arsénique, explique dans une large part, la lenteur avec laquelle les équilibres sont atteints. Étant donné l'instabilité de l'oxyde mercureux, les divers mélanges nécessaires à l'étude du système par la méthode des restes ont été réalisés à partir d'arséniate trimercureux ou d'arséniate monomercureux d'une part, d'acide arsénique ou d'eau d'autre part.

Comme dans le cas des arséniates mercuriques, seuls deux sels ont pu être caractérisés : l'orthoarséniate trimercureux et le métaarséniate mercureux; tout se passe comme si l'arséniate bibasique n'existait pas.

L'orthoarséniate trimercureux $As_2O_5.3OHg_2$ ou AsO_4Hg_3 est stable dans les solutions contenant de 0 à 25 % d'anhydride arsénique. Il se présente en petits cristaux bruns de densité 8,4, agissant sur la lumière polarisée. Pratiquement insoluble dans l'eau, il n'est pas hydrolysable. Il donne des complexes avec les solutions de sels alcalins et de ce fait il ne peut pas être préparé par double décomposition. On l'obtient, par contre, par action de l'acide arsénique concentré à 50 % sur une solution nitrique (2 %) de nitrate mercureux à 10 %. Tant que la quantité d'acide arsénique n'est pas suffisante, il précipite un sel jaune, répondant à la formule $As_2O_5.3OHg_2.NO_3Hg$ qui brunit lors de l'addition d'un excès d'acide en donnant le sel cherché; celui-ci peut être lavé à l'eau sans risque d'hydrolyse.

Le métaarséniate mercureux $As_2O_5.OHg_2$ ou AsO_3Hg, n'existe qu'au contact de solutions titrant plus de 25 % de As_2O_5. C'est un composé, microcristallin, blanc, actif sur la lumière polarisée, noircissant à la lumière. Il s'hydrolyse lentement avec formation du composé précédent. On peut le préparer par action de l'acide arsénique sur l'orthoarséniate trimercureux, et élimination de l'excés d'acide par lavage rapide à l'eau ou mieux par lavage à l'éther.

2. *Pyrolyse des arséniates mercureux.* — En accord avec nos connaissances sur les sels mercureux, ces arséniates fournissent par pyrolyse dans le vide les arséniates mercuriques correspondants avec libération de mercure.

$$As_2O_5.3OHg_2 = As_2O_5.3OHg + 3\,Hg \text{ dès } 300^\circ,$$
$$As_2O_5.OHg_2 = As_2O_5.OHg + Hg \text{ dès } 400^\circ.$$

3. *Action de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone sur les arséniates mercuriques et mercureux.* — La transformation précédente est sans intérêt pratique car les arséniates mercuriques sont faciles à préparer à l'état pur par d'autres méthodes. Il était par contre intéressant de chercher à obtenir les arséniates mercureux par réduction des sels mercuriques.

Les essais tentés dans cette voie ne nous ont malheureusement pas conduits aux résultats espérés.

En effet à 230°, les deux arséniates mercuriques sont décomposés par l'hydrogène avec formation de mercure, d'anhydride arsénieux et d'eau :

$$As_2O_5.3\,OHg + 5\,H_2 = As_2O_3 + 3\,Hg + 5\,OH_2,$$
$$As_2O_5.OHg \quad + 3\,H_2 = As_2O_3 + \quad Hg + 3\,OH_2.$$

Entre 170° et 230°, la réduction de l'arséniate trimercurique se ferait par l'intermédiaire d'un composé dont la composition apparaît voisine de celle répondant à la formule $2\,As_2O_5.3\,OHg_2$; ce sel mercureux, décomposable dès cette température par l'hydrogène, serait stable dans le vide jusqu'à 250°.

L'oxyde de carbone transforme l'orthoarséniate trimercurique dès 300° en métaarséniate mercurique, décomposable lui-même dès 400°, en As_2O_3, Hg et CO_2.

Signalons enfin que la réduction des arséniates mercureux fournit des résultats analogues :

L'hydrogène décompose l'orthoarséniate trimercureux et le métaarséniate mercureux dès la température de 170° dans le premier cas et dès 230° dans le second. Il se forme de l'anhydride arsénieux, du mercure et de l'eau, l'action de ce gaz se limitant à favoriser cette pyrolyse en abaissant la température initiale de réaction.

En résumé, l'étude du système As_2O_5—OHg_2—OH_2 à 60° a permis de préciser le domaine d'existence de deux sels mercureux : l'orthoarséniate trimercureux $(AsO_4)_2Hg_3$ et le métaarséniate AsO_3Hg, qui sont décomposables par la chaleur en arséniates mercuriques et ne peuvent être obtenus par réduction des arséniates mercuriques, comme l'a montré l'étude de l'action de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone sur les divers arséniates de mercure.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Contribution à l'étude de l'influence de la microstructure et de la composition chimique sur la résistance au fluage des aciers au chrome-molybdène.* Note (*) de MM. **Georges Delbart** et **Michel Ravery**, présentée par M. Albert Portevin.

L'étude comparée de trois aciers au Cr—Mo a montré que les différences de résistance au fluage entre les structures d'un même acier pouvaient être aussi et même plus importantes que celles observées entre deux aciers de compositions chimiques nettement différentes mais essayés dans un même état structural.

Dans deux Notes antérieures ([1]) et ([2]), les auteurs ont étudié l'influence de la microstructure d'un acier à basse teneur en carbone, acier C (C = 0,12;

(*) Séance du 18 décembre 1950.

([1]) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1025-1027.

([2]) *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 759-760.

Cr = 0,6; Mo = 0,6), sur la résistance au fluage. Les structures obtenues par différents traitements thermiques contenaient une quantité importante de ferrite; par la suite, les auteurs ont pensé qu'il était indispensable de vérifier la généralité des faits observés en étudiant des aciers à teneurs en carbone nettement plus élevées dont les structures seraient plus caractéristiques. Les aciers utilisés répondaient à la composition chimique ci-dessous :

	C.	Cr.	Mo.
Acier A...........	0,31	2	0,48
Acier B...........	0,53	0,43	0,44

Des essais de fluage d'une durée de 40 heures ont été opérés aux températures de 450, 500 et 575°, sous deux charges différentes à chaque température.

Les relations précédemment trouvées entre la résistance au fluage, la microstructure, la charge et la température d'essai ont été vérifiées. Dans tous les cas, on a observé un même classement des structures; celui-ci est le suivant :

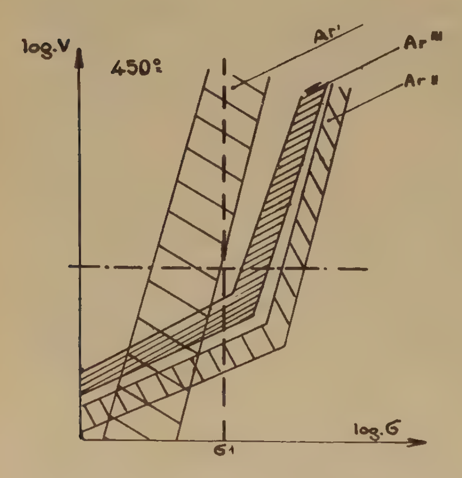


Fig. 1. — Basses températures.

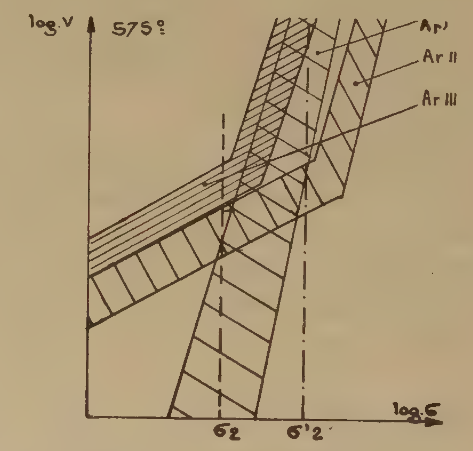


Fig. 2. — Hautes températures.

A 450° (en fonction des vitesses décroissantes de fluage) : ferrite-perlite, sorbite, bainite. Ce classement se retrouve en coupant par une droite correspondant à la charge σ_1 les courbes schématiques (2) de la figure 1, dans laquelle on a porté en abscisse le logarithme de la charge appliquée (σ) et le logarithme de la vitesse (v) en ordonnée.

A 575°, on a :

Pour l'acier A, le classement : sorbite, bainite, ferrite-perlite. Ce classement correspond sur la figure 2 à des charges voisines de σ_2.

Pour l'acier B, la structure sorbitique est également celle qui a la moindre résistance au fluage, tandis que les structures bainitiques et à ferrite-perlite donnent, dans les conditions d'essais, des résultats analogues. Ceci semble

montrer que les charges adoptées correspondent dans le cas de l'acier B et à 575°, à des charges proches de σ'_2.

La grande importance de la structure, c'est-à-dire du traitement thermique, a de nouveau été mise en évidence.

Les résultats du tableau numérique ci-dessous correspondant à une charge de 20 kg/mm² à la température de 450°, permettent en effet d'observer que :

	Acier.	V. 25-35 en 10^{-4} % H.
Bainite	A	0,9-1,5
	C	1,1
Ferrite-Perlite	A	7-15
	C	35

1° Les vitesses de fluage de l'acier A à l'état perlitique ou à l'état bainitique, sont dans un rapport égal à 15.

2° Dans les mêmes conditions, le rapport des vitesses de fluage de l'acier C est égal à 30.

3° Le rapport des vitesses de fluage des aciers A et C à l'état bainitique est voisin de 1, c'est-à-dire que ces aciers bainitiques de compositions chimiques très différentes donnent des résultats identiques.

4° Le rapport des vitesses de fluage des aciers A et C à l'état perlitique est environ égal à 3.

La comparaison des deux aciers de la présente étude avec l'acier de l'étude antérieure permet donc de montrer que, pour une charge et une température d'essai déterminées, les différences de résistance entre les diverses structures d'un même acier peuvent être aussi importantes, et même plus, que les différences de résistance entre des aciers de compositions chimiques différentes essayés dans le même état structural.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Influence de l'amplitude et de la vitesse des déformations plastiques sur la ségrégation de l'hydrogène dans le fer et les aciers.* Note (*) de MM. **Paul Bastien** et **Pierre Azou**, présentée par M. Albert Portevin.

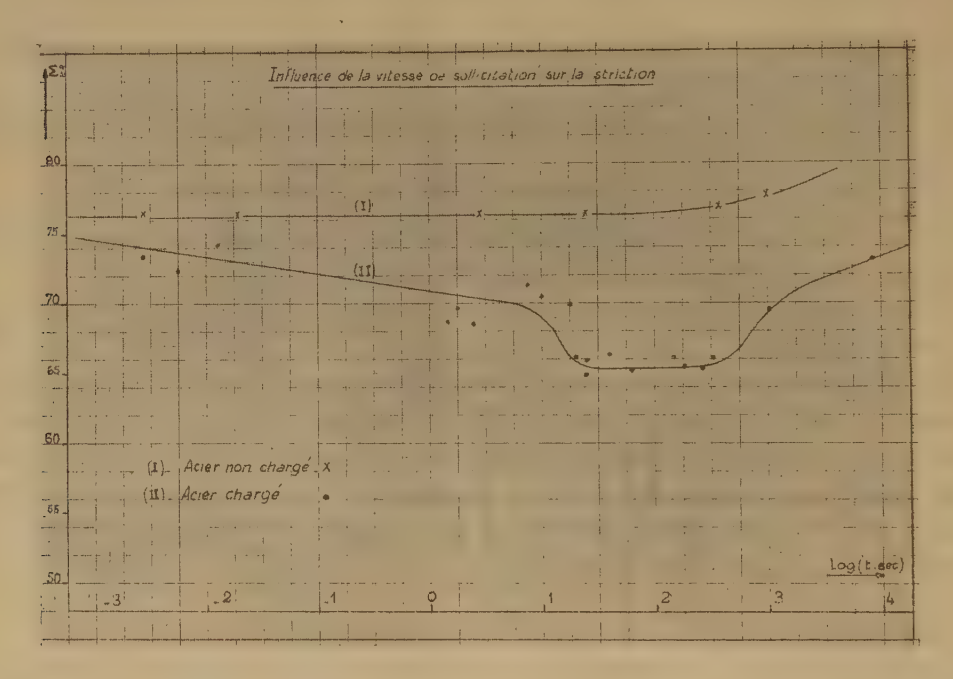
Dans de précédentes Notes (¹) nous avons montré d'une part que la fragilité due à l'hydrogène introduit dans le fer et les aciers disparaissait en dessous de — 110° C et réapparaissait réversiblement par échauffement au-dessus de cette température, d'autre part que les influences de ce gaz sur le module d'élasticité et le frottement intérieur sont d'autant moins marquées que l'essai de caractérisation utilisé met en jeu des déformations élastiques plus faibles et

(*) Séance du 18 décembre 1950.

(¹) *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 1337-1339; **228**, 1949, p. 1651-1653; **229**, 1949, p. 549-551; **231**, 1950, p. 147-148.

paraissent devoir s'annuler d'autant plus complètement que l'ensemble des cristaux de ferrite travaille plus parfaitement dans le domaine élastique.

Nous nous sommes proposé d'étudier l'influence de la vitesse de traction sur la striction d'éprouvettes à têtes filetées préalablement chargées en hydrogène (par attaque de 48 heures dans une solution aqueuse HCl 10 % + 0,01 % Na_2S). Ces éprouvettes ont été tractionnées jusqu'à rupture avec des durées d'essai allant de 1/150 sec. à $2^h 20^m$. Les résultats (*fig.* 1) montrent qu'aux grandes vitesses, l'hydrogène n'a pas d'action sur la capacité de déformation du métal, que son effet est maximum pour des durées comprises entre 10 secondes et 30 minutes, puis s'atténue progressivement aux faibles vitesses de déformation.



En vue de confirmer ces résultats et de départager les résultats discordants trouvés par divers auteurs ([2]) ([3]) dans le domaine des essais par choc, nous avons procédé à des essais de résilience entre — 70 et + 18° C avec les principaux types d'éprouvettes actuels : nos essais conduisent à la conclusion que l'hydrogène introduit dans le fer ou les aciers par chargement à l'acide ou électrolytique ne modifie pas la résilience, résultat en accord avec ceux obtenus ci-dessus par traction et à forte vitesse.

Des expériences furent ensuite faites en chargeant en hydrogène des éprouvettes de traction par choc, en les écrouissant par traction statique à des taux variables et en les rompant par choc. Les résultats sont les suivants :

([2]) H. Fischer et H. Bermann, *Korrosion und Metallschutz*, nos 12, 16, 1940, p. 405-417.
([3]) G. Bianchi et R. Zoja, *Ric. Scientif.*, nos 1, 2, 18, 1948, p. 101, 102.

Taux de l'écrouissage préalable (%).	Travail de rupture (kgm/cm²).		Chute % du travail de rupture.	Striction (%).		P % (*) de la striction.
	Éprouvette non chargée.	Éprouvette chargée.		Éprouvette non chargée.	Éprouvette chargée.	
0	187	171	8,6	75,80	74,5	11,8
6,5	186,5	163	12,7	75,30	72,7	27,1
13	184,5	142	23	76,00	73,4	25,3

(*) P, fragilité rapportée à la fragilité maxima exprimée en % (calculée à partir de la striction).

Ils soulignent qu'une déformation plastique préalable est nécessaire pour rendre perceptible l'influence de l'hydrogène sur les caractéristiques dynamiques du fer et de l'acier.

Cet ensemble d'expériences nous conduit à considérer que, dans le domaine des déformations élastiques, l'hydrogène, très probablement à l'état de protons ([4]) dans le réseau du fer, est sans action sur les caractéristiques du métal. Sous l'influence des déformations plastiques, l'hydrogène, probablement entraîné par les mouvements des dislocations, ségrège dans les défauts volumétriques existant dans le métal, où, lorsqu'il peut se recombiner en hydrogène moléculaire, il développe des contraintes triaxiales qui tendent à s'opposer aux déformations par glissements et font apparaître la *fragilité* due à ce gaz. Cette ségrégation met en jeu une phase de diffusion : celle-ci ne peut se produire aux basses températures, l'agitation thermique étant par trop diminuée, ni aux grandes vitesses de déformation, les temps étant trop courts pour des déplacements d'ensemble de l'hydrogène.

Cependant, si la vitesse de traction était suffisamment lente, il s'établirait une diffusion vers le réseau de l'hydrogéne moléculaire ségrégé dans les défauts (l'évolution, sur les parois de ceux-ci, $H_2 \rightarrow H$, se faisant par adsorption), phénomène facilité par le déplacement des dislocations, le résultat final étant, aux très faibles vitesses de sollicitation, une disparition relative de la fragilité.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Sur le polissage et l'oxydation électrolytiques du titane et leurs applications à l'examen des structures micrographiques.* Note de M. **Pierre-A. Jacquet**, présentée par M. Pierre Chevenard.

Une méthode de polissage électrolytique rapide du titane de pureté quelconque et de ses alliages permet d'observer les structures micrographiques réelles. La surface polie peut être attaquée par les réactifs acides habituels. En outre, l'oxydation anodique produit de minces pellicules d'oxyde dont les colorations dépendent des caractéristiques cristallographiques de leur support.

Les très intéressantes propriétés du titane justifient l'importance des recherches actuelles sur ce métal et ses alliages. L'étude des structures micro-

([4]) E. Darmois, *J. Phy. Rad.*, 11, 1950, p. 577-582.

graphiques est un guide précieux pour de telles recherches, mais les spécialistes s'accordent à reconnaître que la sensibilité du titane aux effets mécaniques de découpage, d'abrasion et de polissage, complique beaucoup la préparation des échantillons.

Ainsi qu'il a été noté en maintes circonstances, le polissage électrolytique supprime ces difficultés, et permet d'observer à coup sûr les structures correctes.

Une méthode de polissage électrolytique du titane a été récemment préconisée [1], mais elle exige des conditions assez strictes et ne s'applique pas à certains alliages.

En prenant comme électrolyte un milieu sensiblement anhydre (anhydride acétique 795^{cm^3}; acide perchlorique de densité 1,59 : 185^{cm^3}; eau 48^{cm^3}) nous avons obtenu un excellent polissage sur des spécimens de titane pur et commercial, d'alliages titane-chrome-fer et titane-carbone, tous d'origine anglaise ou américaine. Les conditions d'électrolyse ne sont pas critiques. La densité de courant est de l'ordre de 20 à 30 A/dm^2 sous une tension variant entre 40 et 60 V. La position de l'échantillon par rapport à la cathode verticale en acier 18/8 peut être quelconque. Cependant, il est parfois préférable de disposer la face à polir horizontalement, à quelques millimètres au-dessous du niveau du liquide, et tournée vers le fond de la cellule.

Pendant l'électrolyse l'anode tend à s'échauffer, ce qui semble favoriser la dissolution d'une pellicule solide dont on facilite d'ailleurs le départ en déplaçant l'échantillon par un mouvement de va-et-vient assez rapide. Afin d'éviter un échauffement excessif, le polissage est effectué par périodes successives ne dépassant pas 45 à 60 secondes; chacune de ces périodes correspond à la dissolution de 10 à 12^{μ}.

L'observation de la surface polie montre déjà certaines particularités de la structure. Elles deviennent plus nettes, et d'autres peuvent apparaître, après attaque dans les réactifs habituels (solutions diluées des acides nitrique et fluorhydrique).

Nous avons étendu au titane la méthode d'oxydation anodique couramment utilisée pour la métallographie de l'aluminium. Grâce aux couleurs d'interférences en lumière normale ou d'extinction en lumière polarisée des minces pellicules orientées sur leur support, la méthode donne de remarquables résultats, tant pour la macrographie que pour la détection de minimes détails structuraux (*fig.* 1).

Parmi les divers bains utilisables, on citera l'acide perchlorique étendu de 20 fois son volume d'acide acétique et chauffé vers 30-40°. La surface d'abord polie est traitée en anode pendant 5 à 30 secondes sous une densité de courant initiale voisine de 1 A/dm^2.

---

(1) D. A. SUTCLIFFE, J. I. M. FORSYTH et J. A. REYNOLDS, *Métallurgia*, 41, 1950, p. 283.

Le polissage et l'oxydation anodiques de surfaces préalablement abrasées ou polies mécaniquement révèlent la déformation plastique des grains sous forme de macles dont l'extension en profondeur dépend des conditions expérimentales et peut atteindre un, ou même plusieurs, centièmes de milli-

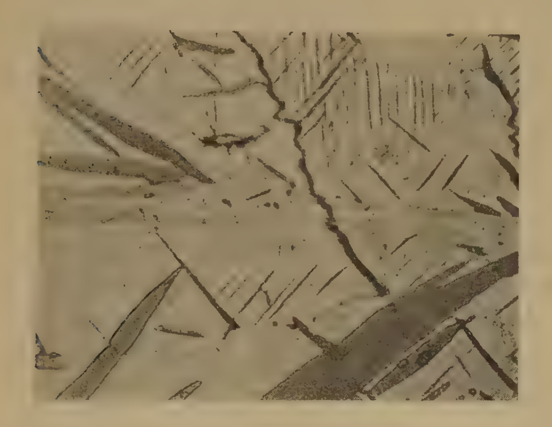


Fig. 1. — (× 630). Structure maclée du titane commercial forgé. Polissage électrolytique suivi d'oxydation anodique. (Specimen R. A. E.)

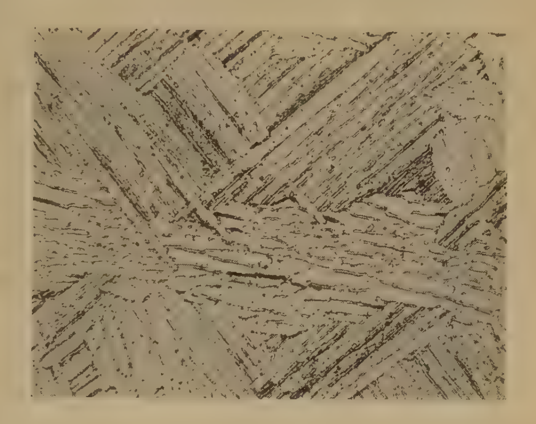


Fig. 2. — (× 400) Structure de Widmanstätten dans un gros grain de titane (0,25 %, O_2; 0,06 %, Fe; 0,05 %, C; 0,01 %, Si) fondu sous atmosphère d'argon. (Specimen N. P. L.)

mètre. Il est évident que des couches aussi épaisses ne sont pas éliminées par une attaque micrographique normale, de sorte que les macles mécaniques accidentelles et les structures dites de Widmanstätten (*fig.* 2) peuvent être confondues sur les micrographies des surfaces polies mécaniquement.

Les pellicules d'oxyde minces présentent aussi un intérêt pour suivre en un point donné de la surface l'évolution structurale accompagnant la déformation plastique, la recristallisation, ou la transformation allotropique du titane. Ces pellicules sont en effet facilement dissoutes en milieu acide, d'où la possibilité d'appliquer ici la technique imaginée pour l'aluminium [2].

---

[2] P. R. SPERRY, *Trans. A. I. M. E.* (*Journal of Metals*), **188**, 1950, p. 103.

CHIMIE THÉORIQUE. — *Évaluation de l'ordre de grandeur de l'énergie de liaison intermoléculaire entre chaînes polyméthyléniques.* Note de M. **Israël Grundland**, présentée par M. Paul Lebeau.

La valeur trouvée de l'énergie de liaison entre l'acide mycolique et le chlorhydrate de l'ester béhénique de diméthylaminoéthanol qui est de l'ordre de 26.10^{-17} ergs par molécule, établit l'appartenance aux forces de Van der Waals de l'énergie de liaison du complexe formé et confirme la réalité de liaison par les restes carbonés réciproques

Récemment nous avons attiré l'attention sur l'existence des liaisons entre chaînes polyméthyléniques venant de molécules distinctes. Nous avons également mis en évidence l'importance de ce phénomène dans la compréhension du transport dans une phase aqueuse des molécules organiques peu polaires ainsi que des possibilités de rupture des liaisons préexistantes par suite de l'affinité qui se manifeste entre les chaînes paraffiniques. Cet aspect de la liaison chimique, particulièrement fréquent lorsqu'on s'adresse à des molécules organiques, présente un gros intérêt pour l'étude des phénomènes biologiques ([1]), ([2]).

Antérieurement nous avons pu, à l'aide de l'appareil pour la mesure des tensions d'adhésion (mouillabilité) de Guastalla ([3]) établir l'énergie de liaison entre une chaîne paraffinique venant d'une molécule qui flotte sur un plan d'eau en couche mince et une lame de cire ([4]). L'énergie de liaison ainsi mesurée correspond à 20.10^{-14} ergs/mol, ce qui correspond à 2900 cal/mol-g. La valeur ainsi trouvée confirme le fait que les forces de liaison mesurées correspondent bien à l'*attraction latérale* des chaînes paraffiniques et font partie des forces de Van der Waals et plus précisément des forces de dispersion de London.

Nous avons pu étendre ces mesures aux complexes dispersés dans une phase liquide. Ainsi si l'on étudie la dispersion dans l'eau du complexe fait entre le chlorhydrate de l'ester béhénique du diméthylaminoéthanol et l'acide mycolique (P. M. voisin de 1300), complexe formé par attraction entre restes carbonés réciproques, on observe à faible dilution la formation de suspension sursaturée. Le complexe formé par addition en quantité équimoléculaire à $0^{g},020$ d'acide mycolique de l'ester cité est mis en suspension dans un faible

([1]) I. Grundland, *C. R. Soc. Biol.*, **142**, 1948, p. 941.

([2]) I. Grundland, *Comptes rendus*, **230**, 1950, p. 838.

([3]) L. et J. Guastalla, *Comptes rendus*, **226**, 1948, p. 2054 et **228**, 1949, p. 1575.

([4]) I. Grundland et D. Luzzati, *C. R. Soc. Biol.*, **143**, 1949, p. 981.

volume d'eau distillée (2^{cm^3} par exemple) : le tout est placé dans une cuve photométrique devant un flux lumineux constant dont la densité optique à la sortie de la cuve est mesurée par une cellule photoélectrique. Lorsqu'on augmente la dilution en ajoutant de l'eau dans la cuve il s'opère un prélèvement du complexe à disperser aux dépens de la fraction surnageante (qui sursaturait la solution précédente) et la densité optique du flux lumineux à la sortie de la cuve ne varie pas. Passé une certaine dilution on observe une baisse de la densité optique : on en conclut au franchissement du seuil de la solubilité du complexe et après une suite de mesures on peut établir exactement le volume d'eau correspondant à ce seuil.

Soit n le nombre de molécules du complexe (ce qui correspond au nombre des molécules d'un des constituants) dispersées dans un volume de N molécules d'eau. Le complexe étant formé de deux molécules distinctes possédant chacune des groupements polaires mais liées par leur reste carboné réciproque, il en résulte pour le maintien de ce complexe la condition suivante : l'énergie de liaison entre restes carbonés réciproques doit de toute manière être supérieure ou égale à l'énergie résultante de l'affinité des groupements polaires aux ions de l'eau. Cette affinité tend à ioniser les molécules d'eau environnantes et si elle avait été intense elle ioniserait toute molécule d'eau et le complexe serait miscible en toute proportion à l'eau. Cependant l'expérience prouve que chaque molécule du complexe envisagé est entourée d'un volume de N molécules d'eau et chaque molécule d'eau se trouve donc sollicitée par une énergie qui correspond à

$$\frac{n}{N} \times 4,7.10^{-12} \text{ ergs} \qquad (4,7.10^{-12} \text{ ergs} = \text{énergie de formation d'une molécule d'eau}).$$

Nécessairement l'énergie de liaison entre restes carbonés réciproques doit être égale ou supérieure à la valeur trouvée puisque dans le cas contraire le complexe se trouverait dissocié en ses parties constitutives (ce qui n'est pas le cas étant donné que la densité optique du complexe dispersé dans l'eau est différente de la somme des densités optiques des éléments constitutifs dispersés séparément dans ce volume). Ce volume se trouve être dans le cas étudié égal à 5^{cm^3} d'eau et l'énergie de liaison ainsi calculée correspond à 26.10^{-17} ergs/mol (*grosso modo* mille fois moins que lors de la mesure par la balance de torsion).

Cette valeur doit être considérée comme un indice d'ordre de grandeur de l'énergie de liaison examinée et elle établit clairement l'appartenance aux forces de Van der Waals de l'énergie de liaison du complexe formé, par conséquent elle confirme la réalité de liaison par les restes carbonés réciproques.

CHIMIE THÉORIQUE. — *Sur le choix des constantes de définition de la valence libre.* Note (*) de MM. **Raymond Daudel**, **Odilon Chalvet** et Mme **Monique Roux**, présentée par M. Louis de Broglie.

On montre que dans la méthode L. C. A. O. il faut prendre $C = 1,73$; $1,53$; $1,28$ selon que le type de l'atome est 3; 2 ou 1 si l'on désire voir s'établir une relation univoque entre la valence libre et la contribution ΔE_π des électrons π aux énergies d'activation ainsi qu'entre la valence libre et l'autopolarisabilité.

La quantité d'énergie ΔE_π introduite par les électrons π d'un hydrocarbure purement conjugué alternant pair ou radicalaire qui réagit dans une réaction de substitution peut s'écrire avec des notations classiques :

$$\Delta E_\pi = j\alpha + k\beta \qquad \text{(en méthode L. C. A. O.)}$$

ou

$$\Delta E'_\pi = j'Q + k'A \qquad \text{(en mésomérie ou états de spin).}$$

On a montré que le choix des constantes de Moffit entraîne l'apparition d'une

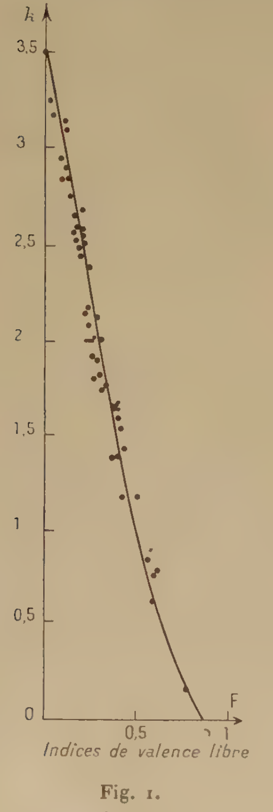


Fig. 1.
$k = f(F) \pm 0,2.$

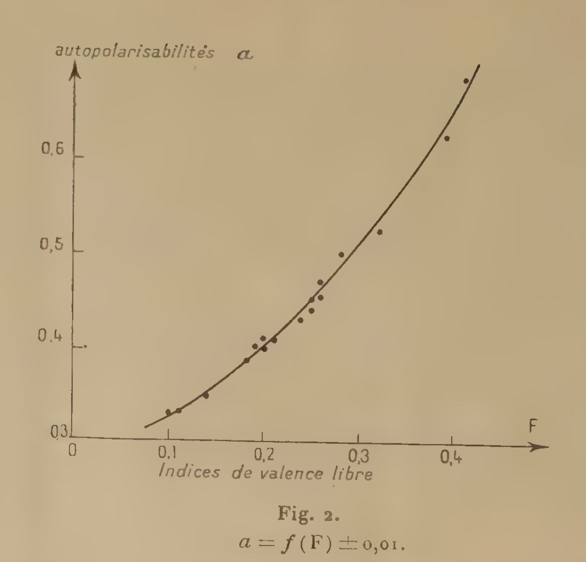


Fig. 2.
$a = f(F) \pm 0,01.$

(*) Séance du 18 décembre 1950.

relation univoque ([1]) entre k' et la valence libre, mais multiforme ([2]) entre k et cette même grandeur.

Cependant il nous semble plus important d'obtenir une relation univoque entre k et la valence libre, car on voit aisément que j est probablement moins fonction du type que j'.

L'obtention de l'univocité envisagée s'étendrait donc en première approximation à la relation entre ΔE_π et la valence libre et cette dernière donnerait ainsi un renseignement important en vue du calcul de la vitesse des réactions.

Les constantes $C = 1{,}73$; $1{,}53$; $1{,}28$ donnent cette univocité comme le montre la figure 1.

La figure 2 souligne le fait que ces mêmes constantes rendent également uniforme la relation ([3]) entre valence libre et autopolarisabilité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques thiopyridones-2 et thiopipéridones-2.* Note (*) de M. **Jean Renault**, présentée par M. Marcel Delépine.

Divers auteurs, et spécialement J.-A. Gautier ([1]), ont attiré l'attention sur les modalités réactionnelles très particulières des fonctions pyridone-2 et pipéridone-2. Dans le but de comparer, sous cet aspect, ces composés aux thio-dérivés correspondants, nous avons préparé une série de thiopyridinos-2 (I) et de thiopipéridones-2 (II). La présente Note se propose d'en décrire l'obtention et les caractères principaux; nous reviendrons ultérieurement sur les propriétés particulières que le groupement C=S confère à ces édifices cycliques.

La thiopyridone-2 (I, R = H) avait été préparée par action de SHK sur les 2 halogénopyridines ([2]), ([3]) (Rdt : 50 %). Nous l'avons obtenue par sulfuration de la 2-hydroxypyridine au moyen de S_5P_2 à 160° (Rdt : 70 %).

([1]) Chalvet, *Bull. Soc. Chim.*, 17, 1950, p. 862.
([2]) Roux, *Bull. Soc. Chim.*, 17, 1950, p. 861.
([3]) Daudel, Sandorfy, Vroelant, Yvan et Chalvet, *Bull. Soc. Chim.*, 17, 1950, p. 66.

(*) Séance du 18 décembre 1950.
([1]) *Thèse doctorat* (Sciences), Paris, 1937.
([2]) W. Marcwald, W. Klem et H. Trabert, *Ber. D. Chem. Gesell.*, 33, 1900, p. 1556.
([3]) A. J. P. Van Gastel et J. P. Wibaut, *Rec. Trav. Chim.* (Pays-Bas), 53, 1934, p. 1031.

Parmi ses dérivés substitués à l'azote, seule la N-méthylthiopyridone-2 a été décrite par Gutbier [4]. Nous l'avons préparée, ainsi que ses homologues, par la technique de cet auteur (action de S_5P_2 sur les pyridones-2 correspondantes).

La 2-hydroxypyridine fondue avec son poids de S_5P_2 est maintenue à 160° pendant 4 heures avec agitations fréquentes. Après refroidissement, l'excès de S_5P_2 et le P_2O_5 formé sont détruits par une solution aqueuse de CO_3Na_2; la thiopyridone est extraite par $CHCl_3$.

Après élimination du solvant, le résidu de thiopyridone est cristallisé de l'alcool chaud puis du benzène. Cette technique est applicable aux homologues supérieurs. La température de 130° suffit alors. Le dérivé soufré est purifié par cristallisation ou par distillation dans le vide.

Les thiopyridones-2 sont des solides ou des liquides jaunes peu solubles dans l'eau, solubles dans les solvants organiques, ne donnant ni picrates, ni chlorhydrates. L'hydrolyse acide régénère la pyridone correspondante et libère SH_2, ce qui établit leur constitution.

La thiopyridone-2 (R = H) est oxydable par I_2 en présence de soude ou de morpholine avec formation de disulfure de pyridyle-2. Elle peut réagir encore sous sa forme pyridine-thiol (R — SH) pour donner des sels métalliques stables et peu solubles (Cu, Th, Ag).

Les thiopipéridones-2 ne figurent pas, à notre connaissance, dans la littérature; elles appartiennent à la catégorie des thiolactames dont on connaît peu de représentants [5]. Nous les avons préparées par sulfuration directe des pipéridones au moyen de S_5P_2 en milieu benzénique.

La pipéridone dissoute dans 4 fois son poids de benzène sec est chauffée, 30 minutes, à l'ébullition, en agitant fréquemment, avec S_5P_2 finement pulvérisé (2 fois la quantité théorique). La solution benzénique se colore rapidement en jaune et il se forme une masse visqueuse de P_2O_5; après refroidissement on détruit par CO_3Na_2 l'excès de S_5P_2 et P_2O_5 formé (ne pas dépasser la température de 30°). La couche benzénique est soutirée et la couche aqueuse extraite par C_6H_6. Après distillation du solvant, le résidu de thiopipéridone cristallise ou est distillé dans le vide.

Les thiopipéridones forment des substances cristallisées ou huileuses, incolores ou légèrement jaunes, se colorant à l'air.

Sous l'action de l'acide chlorhydrique bouillant, elles perdent SH_2 puis se décyclisent en donnant un aminoacide dérivé de l'acide δ-aminovalérique. Agités en solution alcoolique avec le Nickel Raney, selon Bougault [6], elles conduisent aux pipéridines correspondantes, ce qui justifie leur constitution.

---

(4) *Ber. d. Chem. Gesell.*, **33**, 1900, p. 3359.

(5) RUZICKA et coll., *Helv. Chem. Acta*, **16**, 1933, p. 1325.

(6) J. BOUGAULT, E. CATTELAIN et P. CHABRIER, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 657.

Les réfractions moléculaires que nous avons observées, font apparaître un incrément moyen de 4,2 unités pour des thiopyridones-2 et de 1,17 unité pour les thiopipéridones-2, en adoptant pour S doublement lié la valeur indiquée (9,70) par Boudet (7).

Description des thiopyridones-2 obtenues (formule II).

C_5H_5NS (R = H) prismes jaunes, F 127°, Rdt 70 % ;
C_6H_7NS (R = CH_3) cristaux jaunes, F 89° (cor.), Rdt 87 %, cyanomercurate F 195° ;
C_7H_9NS (R = C_2H_5) cristaux jaunes, F 46° (cor.), E_{21} 189-190°, Rdt 75 % ;
$C_8H_{11}NS$ (R = C_3H_7n) huile jaune, E_5 166, Rdt 78 % ; d_4^{27} 1,092, n_D^{27} 1,657 ; RM calculée 47,37, trouvée 51,52 ; chloromercurate F 150° ;
$C_9H_{13}NS$ (R = C_4H_9n) huile jaune, E_5 173° ; Rdt 82 %, d_4^{27} 1,068, n_D^{27} 1,638 ; RM calculée 51,98, trouvée 56,29 ; chloromercurate F 135° ;

Description des thiopipéridones-2 obtenues (formule II).

C_5H_9NS (R = H) aig. F 95° (cor.), Rdt 70 % ;
$C_6H_{11}NS$ (R = CH_3) cristaux F 37-38°, E_{24} 165-167°, Rdt 85 % ;
$C_7H_{13}NS$ (R = C_2H_5n) huile jaune, F 18°, E_5 135°, Rdt 90 % ; $d_4^{26,5}$ 1,049, $n_D^{26,5}$ 1,569, RM calculée 43,68 ; trouvée 44,76 ;
$C_8H_{15}NS$ (R = C_3H_7n) huile jaune, E_5 141-142°, Rdt 83 % ; d_4^{27} 1,024, n_D^{27} 1,557, Rm calculée 48,30, trouvée 49,49 ; chloromercurate F 118° ;
$C_9H_{17}NS$ (R = C_4H_9n) huile jaune, E_5 152°, Rdt 89 % ; d_4^{25} 1,006, n_D^{25} 1,549, RM calculée 52,92, trouvée 54,15 ; chloromercurate F 129-130°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques esters p-nitrobenzoïques et p-aminobenzoïques de β-hydroxyalcoyluréthannes.* Note de MM. **Raymond Delaby** et **Alès Sekera**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les réactions de chloration et d'estérification de β-hydroxyalcoyluréthannes correspondant à la structure (I) ont fait l'objet d'une précédente Note (1).

Nous résumons ci-après l'étude des esters *p.* nitrobenzoïques de ces combinaisons hydroxylées (II), et plus spécialement la réduction du groupe nitro.

$$RR_1N-CO_2-CH_2-CH_2OH \quad (I) \qquad RR_1N-CO_2-CH_2-CH_2-O_2C-C_6H_4-NO_2 \quad (II)$$

L'estérification des β-hydroxyalcoyluréthannes par le chlorure de *p.* nitrobenzoyle est facilement réalisable. D'une façon générale, la vitesse d'estérification est d'autant plus grande que l'atome d'azote est plus substitué.

(7) R. Boudet et R. Raimbaud, *Bull. Soc. Chim.*, 7-8, 1948, p. 793.

(1) R. Delaby, P. Chabrier, A. Sekera et P. Piganiol, *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 1241.

Les esters (II) ainsi obtenus sont cristallisés, parfois légèrement colorés en jaune. Ils sont insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther ou le benzène, solubles dans l'alcool, l'acétone, l'acétate d'éthyle, le chloroforme. Ils sont très stables dans les acides concentrés.

On les transforme en esters *p*-aminobenzoïques correspondants par hydrogénation catalytique (Nickel de Raney) en milieu alcoolique et à la pression atmosphérique; le rendement est sensiblement quantitatif.

La comparaison des vitesses d'hydrogénation, déterminées dans les mêmes conditions de température et de concentration moléculaire, permet de formuler les conclusions suivantes :

1° La réduction est d'autant plus rapide que l'azote carbaminique est davantage substitué;

2° la vitesse d'hydrogénation varie peu dans les dérivés N-monosubstitués, quelle que soit la nature du radical fixé sur l'azote;

3° la même constatation a été faite pour les dérivés N-disubstitués et la vitesse est du même ordre de grandeur de celle des *p*-nitrobenzoates d'alcoyles simples, tels que les *p*-nitrobenzoates d'éthyle ou de benzyle;

4° cette différence dans les vitesses d'hydrogénation selon le nombre des substituants semble due aux liaisons hydrogène qui unissent plusieurs molécules.

Dans le cas de l'hydrogénation effectuée en milieu polaire (alcool) il est possible qu'il y ait association non seulement entre les molécules de la substance à hydrogéner, mais encore entre celle-ci et le solvant.

Cependant, si l'hydrogénation est conduite en milieu non polaire, dans le xylène par exemple, les vitesses enregistrées pour les dérivés disubstitués sont environ quatre fois plus élevées que pour les dérivés monosubstitués, ce qui montre la vraisemblance d'associations de molécules d'uréthannes entre elles.

La liste des nombreux dérivés nouveaux préparés en vue de cette étude ainsi que leurs constantes physiques seront indiquées dans un autre recueil.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude spectrale des triazènes.* Note de M. **Joseph Klein**, présentée par M. Marcel Delépine.

Il a été précédemment établi [1] que dans une molécule de structure (I) possédant un chromophore complexe constitué par l'ensemble de deux noyaux aromatiques Ar— et C_6H_5— liés à la fonction =C=N—NH—, le carbone fonctionnel ainsi que l'azote fixé sur le noyau benzénique peuvent, sous l'influence de certains substituants, se transformer indépendamment l'un de l'autre et parfois simultanément en des variétés ayant une structure électro-

---

[1] Mme Ramart-Lucas et J. Klein, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 574.

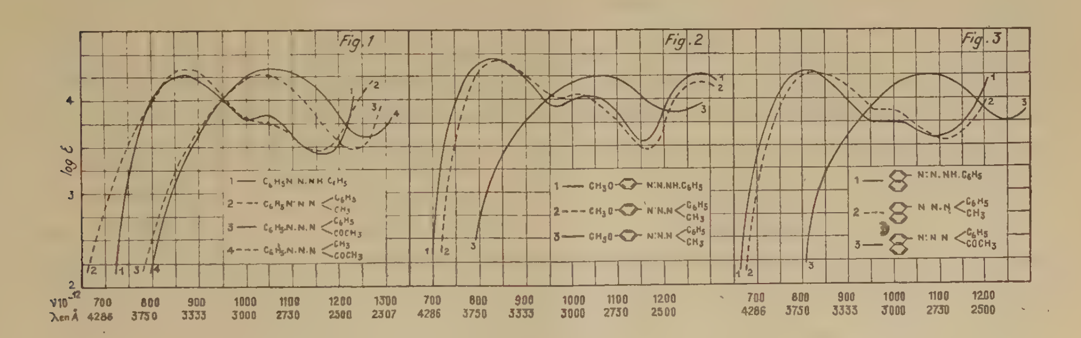
nique différente. Ce phénomène a comme conséquence la suppression du *couplage* qui s'exerce dans (I) entre chacun de ces éléments et le radical aromatique auquel il se trouve lié. On peut ainsi passer de la forme *absorbante* (I) à diverses formes *transparentes*.

Afin de connaître les conditions dans lesquelles l'azote d'une fonction purement azotée, telle la fonction triazénique, peut passer d'une variété à l'autre, j'ai étudié l'absorption de quelques triazènes de formule (II). J'ai également étudié l'absorption des triazènes dans lesquelles l'hydrogène lié à l'azote a été substitué par un groupe méthyle (III) ou acétyle (IV). Les mesures ont été effectuées dans l'alcool dans le cas des triazènes non substitués et N-méthylés, et dans l'éther anhydre dans le cas des triazènes N-acétylés.

$Ar.CH{=}N$	$Ar.N{=}N$	$Ar.N{=}N$	$Ar.N{=}N$
|	|	|	|
$C_6H_5.NH$	$C_6H_5.NH$	$C_6H_5.N.CH_3$	$C_6H_5.N.COCH_3$
(I)	(II)	(III)	(IV)
Forme absorbante.	Forme absorbante.	Forme absorbante.	Forme transparente.

$Ar{=}C_6H_5$, $CH_3.C_6H_4$, $CH_3O.C_6H_4$ et α-naphtyle.

Dans tous les cas étudiés, la substitution de l'hydrogène sur l'azote fonctionnel par un groupe méthyle ne modifie pas sensiblement le spectre d'absorption. L'introduction d'un groupe méthoxyle ou méthyle sur le noyau benzénique où le remplacement d'un noyau benzénique par un noyau naphtalénique ou phénanthrénique a un effet bathochrome. Par contre, l'introduction d'un groupe acétyle sur l'azote fonctionnel déplace fortement le spectre d'absorption vers l'ultraviolet.



Les dérivés N-acétylés (IV) possèdent donc la forme *transparente*, tandis que les triazènes non substitués sur l'azote (II) et N-méthylés (III) ont la forme *absorbante*. La disparition, dans les dérivés N-acétylés des triazènes, du *couplage* entre le noyau aromatique et le reste de la molécule est accompagnée d'un changement d'absorption important. Le spectre de la molécule (IV) correspond à la superposition des spectres *limites* du noyau et du reste de la

molécule, c'est-à-dire du toluène et de l'acétylméthylaryltriazène

$$Ar.N=N(COCH_3).CH_3,$$

car l'introduction d'un groupe méthyle sur l'azote ne modifie pas sensiblement le spectre d'un triazène. Le toluène n'absorbant pas dans la même région que les triazènes, les dérivés N-acétylés des diaryltriazènes et l'acétylméthylaryltriazène ont des spectres voisins, comme le montre la figure dans le cas du diphényltriazène.

L'analyse spectrale a donc permis d'établir que, dans la fonction triazénique, l'azote peut exister, suivant la nature des substituants présents, sous des états électroniques différents. Le passage d'une variété à l'autre est accompagné de changements importants dans l'absorption par suite de l'apparition ou la disparition du *couplage* entre cet atome et le noyau auquel il est lié.

Au cours de ces recherches j'ai préparé les produits suivants qui n'ont pas encore été signalés : 1° N-acétyl-*p*-anisylphényltriazène, $C_{15}H_{15}O_2N_3$, poudre blanche F 153°; 2° N-méthyl-α-naphtylphényltriazène, $C_{17}H_{15}N_3$, cristaux jaunes F 92°; 3° N-acétyl-α-naphtylphényltriazène, $C_{18}H_{15}ON_3$, produit blanc F 115° avec décomposition.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la transformation de mercaptans au sein du caoutchouc cru.* Note de MM. **Jean Le Bras** et **Michel Montu**, présentée par M. Charles Dufraisse.

Dans l'industrie du caoutchouc, on utilise depuis plusieurs années, sous la dénomination technique d'agents peptisants, certains mercaptans qui possèdent la propriété d'accélérer la plastification du caoutchouc cru par malaxage. On sait par ailleurs que cette plastification est liée à l'oxydation du caoutchouc ([1]) et ne s'effectue pas en atmosphère de gaz inerte ([2]). Aussi nous sommes-nous proposé, d'une part, de suivre la transformation de ces mercaptans au cours de leur action et, d'autre part, d'observer leur influence sur l'oxydabilité du caoutchouc.

Pour le premier de ces objectifs, nous avons utilisé la méthode d'analyse par spectrographie d'absorption dans l'ultraviolet ([3]). En vue d'éviter les perturbations apportées dans les spectres par les *résines* du caoutchouc, nous avons employé du crêpe purifié par extraction acétonique. Le malaxage est

---

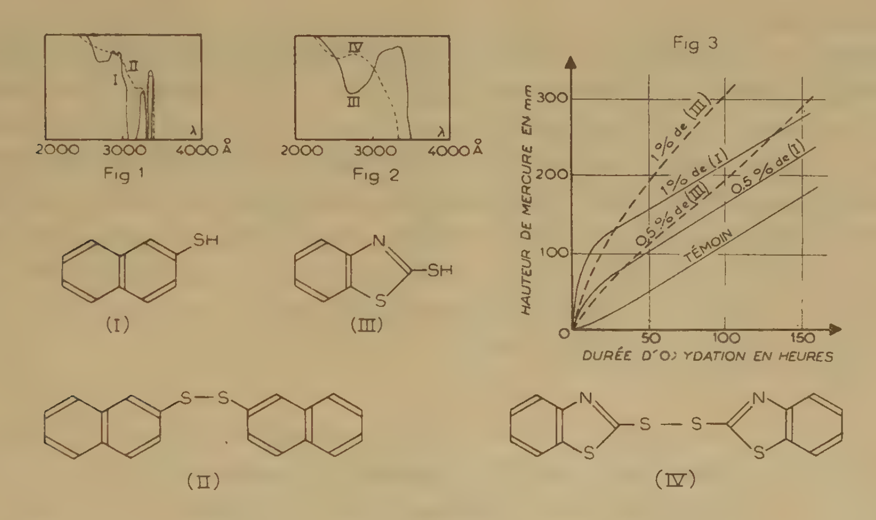
(*) Séance du 18 décembre 1950.

([1]) *Voir* par exemple : Ch. Dufraisse, Chapitre XIII de *Chemistry and Technology of Rubber*, New-York, 1937.

([2]) F. H. Cotton, *Trans. I. R. I.*, 6, 1931, p. 487.

([3]) Ch. Dufraisse et J. Houpillart, *Rev. Opt. Théor. Instr.*, 16, 1937, p. 321; *Bull. Soc. Chim.*, 6, 1938, p. 309.

effectué à 100° C et le mercaptan ajouté, peu après le début du malaxage, dans la proportion de 5 % ; des prélèvements sont opérés à des temps différents et les produits de transformation des mercaptans, isolés par extraction acétonique, sont identifiés d'après leurs spectres, en utilisant des solutions chloroformiques à 0,5 g/l. Ces spectres évoluent avec la durée de malaxage. Dans le cas du naphtalène-thiol-2 (I), la figure de Hartley représentée en trait continu sur la figure 1 se modifie progressivement pour prendre la forme indiquée en trait tireté et qui correspond au spectre d'absorption du naphtyldithionaphtalène (II). De même, le mercaptobenzothiazole (III) donne du disulfure de dibenzothiazyle (IV) (*fig.* 2), ce qui confirme les résultats de Twiss (⁴) obtenus par analyse chimique.



Nous avons constaté que la transformation de (I) en (II) est beaucoup plus rapide que celle de (III) en (IV); cela est en accord avec l'intensité de l'effet plastifiant de ces deux mercaptans, nettement plus importante pour (I) que pour (III). Par ailleurs, l'expérience montre que la présence de faibles quantités de soufre inhibe totalement l'action des mercaptans et la spectrographie confirme que, dans ces conditions, (III) ne se transforme plus en (IV) (⁵).

Pour déterminer l'influence des mercaptans sur l'oxydabilité du caoutchouc, on les introduit par léger malaxage à température ordinaire (⁶) et l'on mesure les oxydabilités par la méthode manométrique, à 80°C (⁷). La

(⁴) *India Rubber J.*, **108**, 1945, p. 731 et **109**, 1945, p. 14.

(⁵) Ce cas a été choisi à cause de la modification très nette du spectre quand on passe de (III) à (IV).

(⁶) L'effet plastifiant ne se manifeste qu'à des températures de l'ordre de 100°C.

(⁷) Ch. Dufraisse, *Rub. Chem. Techn.*, **11**, 1938, p. 268; *Rev. Gén. Caout.*, **18**, 1941, p. 185.

figure 3 résume les résultats obtenus. En présence de (I), l'oxydation est d'abord très rapide et d'autant plus intense que la proportion initiale de (I) est plus élevée; les vitesses d'oxydation diminuent ensuite et deviennent sensiblement égales à celle du témoin. Avec (III), la transition entre les deux phases de l'oxydation est beaucoup plus progressive (courbes tiretées), du fait que la transformation de (III) en disulfure est plus lente que celle de (I).

Ces deux séries d'expériences définissent le mécanisme d'action des *agents peptisants* : le mercaptan agit par effet prooxygène, ce qui favorise la plastification. Mais, en raison du phénomène connu sous le nom d'*usure du catalyseur*, il se transforme peu à peu lui-même, par oxydation secondaire, en disulfure. Les courbes d'oxydation montrent que (III) résiste plus longtemps que (I) au phénomène d'usure.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer également la similitude de structure entre ces produits et les désactivants ([8]). De fait, si l'on examine, par exemple, le vieillissement d'un vulcanisat préparé à partir de caoutchouc plastifié à l'aide de (I), on constate qu'il est meilleur que celui du témoin plastifié par simple malaxage; de même, l'action d'un antioxygène se trouve améliorée. Ces mercaptans ont donc un effet technique doublement favorable : ils interviennent comme accélérateurs d'oxydation au cours du malaxage et leurs produits de transformation, agissant comme désactiveurs, contribuent à conférer un bon vieillissement aux vulcanisats.

RADIOCRISTALLOGRAPHIE. — *Sur l'influence théorique, en faisceau divergent, de la géométrie du dispositif expérimental sur la formation des raies de Debye-Scherrer.* Note (*) de Mlle **Cécile Stora**, présentée par M. Paul Pascal.

L'influence des conditions expérimentales sur l'aspect des raies de Debye-Scherrer, peut être approchée à partir d'un travail de Lihl ([1]) vérifié par l'expérience et qui établit, en toute rigueur, les équations de la largeur d'une raie émise par un bâtonnet parfaitement transparent, pour une fente horizontale et infiniment fine, en fonction des seules données géométriques.

Lihl caractérise un point A de la raie par la différence angulaire $2\omega = 2\theta_1 - 2\theta$ ($2\theta_1$ expérimental $= \widehat{CMA}$, *fig.* 1 ; 2θ théorique) et aboutit en fonction de ψ, pour un point P de la face et du dos du bâtonnet à deux équations, ici réunies en une seule, où les lettres ont la signification indiquée sur la figure 1 :

$$2\omega = 2\theta_1 - 2\theta = \psi + \left\{ \arcsin\left[\frac{a}{R}\cdot\cos 2\theta \sin(\psi - \delta)\right] \pm \sqrt{1 - \frac{a^2}{\rho^2}\sin^2(\psi - \delta)}. \right\}$$

([8]) J. Le Bras, *Comptes rendus*, 217, 1943, p. 297; *Rev. Gén. Caout.*, 21, 1944, p. 3; J. Le Bras et J. Le Foll, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 145.

(*) Séance du 18 décembre 1950.

([1]) Lihl, *Zeit. f. Krist.*, (A), 83, 1932, p. 193-221.

Cependant, pour toutes les chambres usuelles on peut toujours confondre le sinus avec l'arc (30′ à 3°) et les courbes de Lihl constituent alors une famille de véritables ellipses beaucoup plus faciles à manier, ayant une équation au centre indépendante de r, c'est-à-dire de la position du point K sur la fente,

$$[R(2\omega') - (R + a\cos 2\theta)\psi']^2 + \sin^2(a^2\psi'^2 - \rho^2) = 0$$

[avec $2\omega = \delta + 2\omega'$, $\psi = \delta + \psi'$, $r = a\delta$] et dont la forme réduite attribue aux axes des ellipses des grandeurs directement proportionnelles au rayon ρ du bâtonnet : $(2\rho\sin 2\theta)/\sqrt{(K+M)}$ et $(2\rho\sin 2\theta)/\sqrt{(K-M)}$ avec

$$K = 2R^2 + 2aR\cos 2\theta + a^2 \quad \text{et} \quad M = \sqrt{4R^2(R + a\cos 2\theta)^2 + a^2(2R\cos 2\theta + a)^2}.$$

La limite supérieure des ellipses, entre les deux tangentes verticales ($\psi' = \pm\rho/a$), correspond à la diffraction par la face du bâtonnet, la limite inférieure et l'intérieur des ellipses respectivement à la diffraction par le dos et l'intérieur du bâtonnet. Il s'ensuit que la corde d'une ellipse interceptée par la parallèle à l'axe des ψ menée du point $2\omega_p$ de la raie (*fig.* 2), mesure l'ouverture angulaire du pinceau incident, dont chacun des rayons à l'intérieur du bâtonnet est diffracté sous l'angle constant 2θ au point considéré A de la raie.

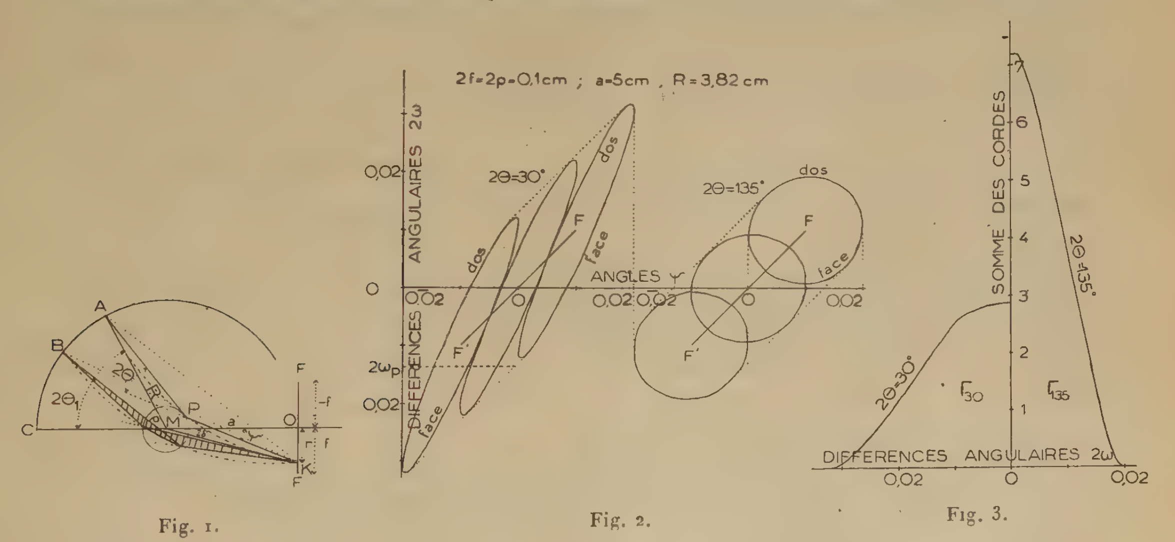


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Le lieu de tels points du bâtonnet qui diffractent en A ou B, étant sur un même cercle focal (segment capable) que le point K de la fente et les points A ou B de la raie, l'angle solide plan du pinceau diffracté est toujours égal à celui du pinceau incident, c'est-à-dire à la corde de l'ellipse.

Lorsque, pour un même angle 2θ, le point de la fente se déplace de F en F′, l'ellipse, somme de tous les pinceaux primaires aboutissant à la raie, se translate parallèlement à elle-même, son centre glissant sur la droite $2\omega = \psi = f/a$. La somme des pinceaux diffractés élémentaires qui aboutissent en un point $2\omega_p$

de la raie, est alors égale à la somme des cordes de toutes les ellipses rencontrées par la parallèle à l'axe des ψ menée du point $2\omega_p$ envisagé, c'est-à-dire à la portion d'aire de la première ellipse F' située au-dessous de cette parallèle. Si, pour le même 2θ, le point $2\omega_p$ se déplace sur la raie à partir de son bord interne (minimum de l'ellipse F') jusqu'en son milieu (centre de l'ellipse relative à l'origine de la fente O), la courbe obtenue en portant en ordonnées les aires successives croissantes de la première ellipse (évaluées géométriquement) et en abscisses l'écart angulaire 2ω, représente la *répartition des pinceaux sur la moitié de la raie géométrique* (*fig.* 3).

Pour un même 2θ, cette répartition des pinceaux diffractés et par suite la forme de la raie, dépend de la distance des ellipses terminales $(\sqrt{2}.2f/a)$ et de leurs dimensions, (fonction de R/a et de ρ/a) mais surtout de f et de ρ. Si l'ouverture de la fente est telle que les projections des ellipses terminales sur l'axe des 2ω ne se chevauchent pas (grands angles 2θ), la somme des pinceaux aboutissant en un point 2ω situé entre les tangentes horizontales aux ellipses terminales, *est constante et égale à l'aire d'une ellipse*, et la raie atteint un *plateau d'intensité* pour un angle 2θ d'autant plus petit que f est plus grand devant ρ (130° environ, *fig.* 2 et 3), c'est-à-dire que le bâtonnet baigne plus dans le faisceau divergent (cas toujours réalisé avec les limitateurs usuels). Si les projections des ellipses sur l'axe des 2ω chevauchent, la raie prend une allure en cloche (petits angles 2θ) qui paraît devoir être plus pointue vers $2\theta = 90°$ que vers $2\theta = 0°$.

La somme totale de tous les angles solides plans des pinceaux diffractés est égale au produit de l'aire de la première ellipse par la distance FF' des centres des ellipses terminales, c'est-à-dire $(\sqrt{2}.2\pi\rho^2 f \sin 2\theta)/a^2 R$ (aires Γ des courbes : *fig.* 3) qui passe par un maximum pour $2\theta = 90°$ et, pour $2\theta = 0°$ ou 180°, tend vers l'aire du parallélogramme construit sur FF' et la droite qu'est devenue l'ellipse (rayons incidents).

GÉOLOGIE. — *Stratigraphie des terrains post-triasiques à l'Est de Briançon.* Note de M. **Marcel Lemoine**, présentée par M. Paul Fallot.

A l'Est de la zone houillère qui forme, à Briançon, la base de la série briançonnaise, et avant d'arriver à la zone des schistes lustrés, l'étude de la stratigraphie des terrains post-triasiques permet de distinguer deux zones de faciès. L'une peut encore être qualifiée de briançonnaise ; je parlerai pour elle de *Briançonnais oriental.* L'autre, plus à l'Est, en bordure même des schistes lustrés, ne présente plus aucun caractère stratigraphique briançonnais, sauf au Trias ; je l'appellerai *Zone du Gondran ;* elle correspond à la partie orientale de ce que M. Gignoux a appelé *Zone Vanoise-Chaberton.*

Briançonnais oriental. — A la suite du Trias calcaréo-dolomitique, dans la

partie supérieure duquel s'intercalent parfois des brèches (peut-être en partie liasiques), on note la succession suivante :

1. *Dogger.* — Calcaires fétides, zoogènes, transgressifs après une émersion soulignée par des dépôts sidérolithiques.

2. *Malm.* — Après une nouvelle émersion, le Malm débute le plus souvent par le marbre de Guillestre, suivi de marbres clairs massifs.

3. *Crétacé.* — Sur le Jurassique, on observe, suivant les points, deux types de successions. Dans l'un, les calcaires à zones siliceuses du Tithonique-Néocomien (1) sont suivis, sans discontinuité apparente dans la sédimentation toujours pélagique (sans hard-grounds ni brèches), par des calcaires et calcschistes gris, puis rouges et verts (« marbres en plaquettes »). Ces derniers représentent tout ou partie du Crétacé, sans qu'actuellement il soit possible d'y faire des coupures autres que lithologiques. Dans un autre type de succession, les « marbres en plaquettes » rouges et verts sont transgressifs sur le Malm par l'intermédiaire de hard-grounds ferrugineux et phosphatés à microfaune abondante du Crétacé supérieur pélagique (Globigérines, Rosalines).

4. *Flysch.* — Enfin vient le « Flysch » schisto-gréseux, conservé dans de rares synclinaux. Son âge, peut-être éocène, est encore mal précisé.

Cette série stratigraphique présente donc des caractères typiquement briançonnais, si l'on excepte la présence fréquente du Crétacé inférieur. La recristallisation de la calcite et du quartz, l'apparition d'albite, séricite, chlorite microscopiques, y témoignent d'un léger métamorphisme.

Zone du Gondran. — Les coupes s'y observent au Nord de Montgenèvre (Alpet, Chaberton), au Gondran, et dans la chaîne de Rochebrune. On y note, en concordance sur le Trias :

1. *Rhétien-Hettangien.* — Alternances de calcaires, dolomies et lits schisteux, avec lumachelles et bancs à polypiers.

2. *Lias moyen et supérieur.* — 100 à 200^{m} de calcaires et calcschistes gréseux, zonés, avec brèches et microbrèches à éléments triasiques. Cette formation, dont la base a fourni à Ch. Pussenot un *Arietites,* d'ailleurs douteux, comprend probablement tout ou partie du Lias moyen et supérieur : dans la Vanoise orientale, en effet, d'après F. Ellenberger (2), une formation analogue est recouverte selon les points par le Dogger ou le Malm.

3. *Flysch.* — Mais dans la zone du Gondran, ce Lias est suivi, en concordance apparente, par le Flysch (schistes argileux, calcaires gréseux, grès micacés, microbrèches), épais de 200^{m} au Gondran. Cette succession semble bien stratigraphique : on peut l'observer, sans trace visible de contact tectonique, en des points différents (Tête des Fourneous au Sud-Ouest du Col de l'Alpet, et Gondran); mais un doute subsiste. Le contact entre ces deux formations est d'ailleurs malheureusement partout caché par les éboulis ou la végétation. Ce Flysch serait crétacé supérieur ou éocène, J. Boussac y signalant des schistes pétris de Globigérines et de Pulvinulines (3) que je n'ai pu retrouver.

---

(1) M. Lemoine, *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1679-1680.

(2) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 248.

(3) *Mém. Serv. carte Géol. Fr.*, 1912, p. 248.

Rapports de ces deux zones de faciès. — La zone du Gondran ne présente donc plus aucun des caractères stratigraphiques qui définissent celle du Briançonnais. Il n'existe pas, à la latitude de Briançon, de termes de passage d'une série à l'autre : *Ces deux séries caractérisent deux unités tectoniques différentes.*

Le Briançonnais oriental est affecté par une série de replis et d'écailles couchés vers l'Est. Son contact avec la zone du Gondran, qui suit une ligne approximativement Nord-Sud, passant à l'Ouest du Gondran (L'Ombilic), près de Cervières, et à l'Est du Col d'Izoard, est jalonné par des gypses et cargneules, et par des lames discontinues de quartzites, Verrucano et schistes cristallins (Col du Tronchet). A la latitude du Col d'Izoard, le Briançonnais a tendance à chevaucher vers l'Est les terrains de la zone du Gondran, qui forment ici la chaîne de Rochebrune, elle-même refoulée vers l'Est sur les schistes lustrés. Ces derniers réapparaissent en fenêtre, près de Cervières, sous le Trias de Rochebrune. Plus au Nord, au contraire, le contact se renverse, et, dans la crête Ouest-Est Infernet-Gondran, le Trias de base de la série du Gondran semble poussé vers l'Ouest sur les terrains du Briançonnais oriental.

Ainsi, sur ce segment des Alpes franco-italiennes, il apparaît, entre Briançonnais et schistes lustrés, une unité intermédiaire caractérisée par un Lias épais (Lias *prépiémontais*, F. Ellenberger) suivi du Flysch, séparés par une lacune importante, correspondant peut-être à une longue émersion. On serait tenté de voir dans cette série encore peu métamorphique une préfiguration de celle, encore si mal connue, des schistes lustrés vrais à roches vertes. L'étude de ses prolongements au Nord et au Sud et de ses rapports avec les schistes lustrés eux-mêmes permettra peut-être de préciser cette notion.

GÉOLOGIE. — *Paléogéographie et orogénèse de la dorsale tunisienne.* Note de M. **Gilbert Castany**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Le trait structural le plus marquant de la Tunisie orientale est la présence de la grande ligne de fracture qui longe, à l'Est, les massifs jurassiques du Sillon tunisien. Sur près de 100^{km}, du golfe de Tunis au Djebel Bargou, elle est orientée du Sud-Ouest au Nord-Est, parallèlement aux plis occidentaux de l'Atlas tunisien. Son rejet de plus de 4000^{m} traduit ainsi dans la couverture sédimentaire un important accident du socle. Nette du Bou Kornine d'Hammam-Lif au Djebel Zaréss, elle s'amortit rapidement au Sud et se digite à la hauteur du dôme du Bargou. Sa présence pose le problème de son origine et de son évolution. Des études détaillées nous ont montré qu'elle correspondait à une zone d'instabilité, marquée par des pulsations qui se traduisent dans la paléogéographie du Secondaire et du Tertiaire.

Nous avons signalé dans une Note récente [1] qu'au *Jurassique supérieur* (Kimméridgien-Portlandien), les deux massifs culminants de la Dorsale, le Zaghouan et le Ressas, existaient sous forme de récifs. Plus de 300m de calcaires zoogènes passent latéralement aux couches marines du Tithonique. La série de base du *Néocomien*, très réduite, présente dans ses premiers horizons un faciès détritique. A l'*Aptien*, connu par des sédiments de mer profonde au Nord, mais moins puissants que dans le Sillon tunisien proprement dit, apparaissent dès le Djebel Zaréss au Sud, des récifs à Orbitolines bien développés au Bargou.

Sur l'*Albien* normal, le *Vraconien* est en certains points légèrement transgressif et des discordances locales, déjà signalées par M. Solignac [2], s'observent sur le flanc occidental de la chaîne (Zaghouan, Pont du Fays, Fkirine). Le *Sénonien supérieur* (Campanien) montre des variations importantes d'épaisseur lorsque l'on s'approche des massifs jurassiques, en particulier à l'Edjehaf, terminaison septentrionale de l'Ousselat.

La paléogéographie se précise à l'*Oligocène*. Dans toute la Tunisie orientale cet étage se traduit par un faciès de marnes à gypse alternant avec des grès à petites Nummulites, Echinides et Pectinidés [3]. Continu de Kairouan au Cap Bon, à l'Est, et aux environs de Tunis-Bou Arada-Gafour à l'Ouest, il manifeste d'importants changements de sédimentation sur le versant oriental, au voisinage de l'accident majeur de la Dorsale. A l'aplomb du Fkirine et du Zaghouan apparaissent des *grès sableux continentaux*, à stratification entrecroisée. Ils indiquent l'approche de hauts fonds sur l'emplacement actuel de la Dorsale. A l'Ouest, la faune marine oligocène est connue dans le synclinal transversal de Loukanda qui sépare Fkirine et Zaghouan. En différents points, elle repose sur le Cénomanien. C'est vraisemblablement de cette époque que datent les premières fractures des massifs jurassiques.

Dans cette zone, les déformations à grand rayon de courbure, origine de la lacune de l'Eocène supérieur dans toute la Tunisie orientale, attestent la répercussion des mouvements pyrénéens.

On remarquera que le *Burdigalien* n'est pas connu dans la Dorsale proprement dite. La géologie régionale décèle un *diastrophisme important antéburdigalien* avec Miocène inférieur discordant au Nord-Ouest et concordant au Sud-Est. Cette phase embryonnaire alpine met en place le dispositif atlasique. La différenciation est encore plus nette au Miocène moyen. Le *Vindobonien marin*, puissant dans les zones orientales (Saouaf et Cap Bon), est peu épais et en gisements sporadiques à l'Ouest. A cette époque, le secteur méridional et central des accidents (Bargou à Ressas) formait un seuil. Partout le cycle

---

(1) *Comptes rendus*, 230, 1950, p. 1299.

(2) *Thèse*, Lyon, 1927.

(3) *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, n° 15, 1949, p. 359.

miocène se termine par un épisode continental caractérisé par l'accumulation de conglomérats, de sables et de marnes sableuses rouges, résultant de l'abrasion intensive des reliefs en voie de surrection. Ce régime se poursuit durant le Pliocène, ainsi que le prouvent les gisements de Mammifères des environs de Tunis. Reposant sur divers étages, du Cénomanien à l'Oligocène, avec des discordances souvent importantes, ces dépôts ont subi un diastrophisme intense pendant la phase paroxysmale post-pliocène qui affecte toute la région. Les failles anciennes rejouent, provoquant une tectonique complexe, souvent difficile à analyser. *La grande fracture de la Dorsale est nettement postérieure aux sédiments mio-pliocènes redressés aux Djebels Mecella et Djabbés.*

L'étude paléogéographique de la zone des massifs jurassiques montre donc que, durant le Crétacé et le Nummulitique, ils furent le théâtre de mouvements lents à grand rayon de courbure, mais nettement marqués. Un seuil prenait naissance. Esquissé au Crétacé, il se précise à l'Oligocène et s'accentue au Miocène pour aboutir, à la fin du Pliocène, aux chaînes actuelles. Conséquence d'un mouvement lent et de pulsations renouvelées du socle, ce phénomène a entraîné, lors du paroxysme, la formation d'une zone de dislocations qui s'est traduite, dans la couverture, par la grande faille dite du *Zaghouan*.

MORPHOLOGIE. — *Formes* périglaciaires *dans les schistes cambriens au Col des Escudiés (Montagne Noire occidentale).* Note (*) de M. **Georges Baeckeroot**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

Les formes du terrain ici décrites se présentent comme des retouches de détail relativement récentes et appliquées à un ensemble morphologique plus anciennement mis en place. Situées dans la partie occidentale de la Montagne Noire, elles sont groupées au voisinage du col des Escudiés, sur la ligne de partage des eaux entre les domaines atlantique et méditerranéen. De ce col (altitude 700^m) descendent, vers le Sud, le *Sor*, et, vers le Nord, le *Sant* (*figure*).

1° *Sur le versant méditerranéen.* — Le col des Escudiés ferme, au Nord-Est, une vaste dépression ovalaire dite *cuvette d'Arfons*, région des sources du Sor, où dominent les schistes cambriens fortement redressés.

A partir du Nord-Ouest d'Arfons et jusqu'à proximité du col des Escudiés, le profil convexe, de règle en terrain schisteux homogène, est remplacé, sur le versant orienté au Sud-Est, par des formes concaves, cannelure continue et encoches individualisées en *niches*, groupées en deux séries de trois, et de plus en plus creuses en approchant du col. La niche la plus élevée a une ouverture d'environ 200^m (à la corde de l'arc) et un creux de 40 à 50^m.

(*) Séance du 6 décembre 1950.

Ces niches se distinguent des ravins d'érosion remontante par leur grande ouverture; étant plus larges que profondes, avec leurs bords supérieurs relevés presque à la verticale, elles évoquent la forme d'un *van* que seule peut engendrer *l'action corrosive de la neige* [1] : ce sont des *niches de nivation*. Elles sont toutes situées là où devait se produire un sur-enneigement, c'est-à-dire sous-le-vent, le vent du Nord-Ouest apportant encore aujourd'hui la neige dans cette région.



En contre-bas de tout ce versant concave règne un *bourrelet* épais d'une vingtaine de mètres, interrompu ou fortement rabaissé en face de chaque niche. C'est une forme d'accumulation constituée par une masse de fragments de schistes passant à une argile brune, au milieu de laquelle sont épars des cailloux et des blocs de quartz filonien fortement *gélivés*. Ce bourrelet est le produit de la *solifluxion* de matériaux clastiques préparés par le gel et entraînés, lors du dégel, dans une masse boueuse gorgée de l'eau de fusion de la neige.

Dans les conditions climatiques actuelles, ces phénomènes ne peuvent plus se produire en ces lieux, et ces formes sont figées. Il faut donc en rendre responsable le climat froid qui y a régné à un certain moment de l'époque *quaternaire*.

Depuis lors l'érosion normale a repris son activité; chacune des niches de nivation est actuellement drainée. La plus grande héberge un appareil torrentiel complet : dans le creux de la niche, un ravin emboîté rassemble les eaux de

(1) E. DE MARTONNE, *La Géographie*, 34, 1920-1921; et A. ALLIX, *ibid.*, 39, 1923.

ruissellement; au travers du bourrelet de solifluxion, un chenal d'écoulement s'est encaissé; au-devant du bourrelet s'étend une large nappe de déjection.

Les niches de nivation, héritières de ravins qu'elles ont élargis et approfondis, sont, à leur tour, ravinées; cette alternance de systèmes d'érosion a eu pour le façonnement des versants un rôle non négligeable.

2° *Sur le versant atlantique.* — Au Nord du col des Escudiés on retrouve des niches de nivation et des coulées de solifluxion aux mêmes altitudes et avec la même orientation. Les niches sont accolées en une série de cinq, en bordure du plateau schisteux, sur la rive gauche du Sant. Les coulées de solifluxion sont très développées, en bourrelets coalescents, et elles débordent jusque dans le fond du vallon mûr, à proximité du col. Leur origine *périglaciaire* est certifiée par l'existence de *festons* et de *poches de cryoturbation*, visibles en coupe.

Conclusions. — 1° Dans la partie occidentale de la Montagne Noire, à des altitudes voisines de 700^m, de chaque côté de la ligne de partage des eaux, des formes particulières d'érosion (niches) et d'accumulation (bourrelets) ont parachevé le modelé du terrain. Leur groupement, leur orientation constante au Sud-Est, des éclats de gel, des festons de cryoturbation obligent à les attribuer à l'action d'un climat rigoureux aujourd'hui aboli. Nous avons ainsi montré l'*extension, au plus méridional de nos Massifs anciens, d'un climat* périglaciaire *quaternaire*.

2° L'importance morphologique de ce paléo-climat découle de ce qu'il rend compte de formes du terrain que l'explication cyclique, toujours valable, laisse nécessairement de côté.

3° Son importance *humaine* vient de ce que nous lui devons la grande extension des sols meubles non alluviaux qui, dans la région étudiée, ont rendu possibles la mise en culture et le peuplement.

MÉTALLOGÉNIE. — *Présence de la scheelite dans la minéralisation du gîte d'Azegour Haut-Atlas, Maroc.* Note de M. **François Permingeat**, présentée par M. Paul Fallot.

Le gîte d'Azegour exploité tour à tour pour la molybdénite et la chalcopyrite est lié à un massif granitique intrusif dans une série paléozoïque formée de schistes et de bancs calcaires fortement plissés et redressés. Le granite et les terrains primaires disparaissent au Sud sous le Crétacé et l'Éocène subhorizontaux.

Le granite est, d'après M. Von der Weid (1), aplitique à biotite et anorthose. Les calcaires, qui apparaissent en affleurement comme des bandes

(1) *Thèse*, Genève, 1941.

orientées Nord-Sud, sont transformés, au voisinage du granite qui les recoupe, en roches variées : cipolins, calcaires silicifiés, grenatites, etc. ([1]). La minéralisation provenant du granite s'est concentrée dans les roches, assimilables aux *tactites* de M. Hess, représentant la phase la plus avancée du métamorphisme de ces calcaires.

Les minéraux constituant les tactites d'Azegour sont : grenats, amphiboles quartz, calcite, idocrase et, en moindre proportion : pyroxène, épidote, chlorite et fluorine.

La minéralisation connue, comportant notamment : molybdénite, chalcopyrite, pyrite, pyrrhotine, oligiste, et son mode de gisement au contact d'un granite, suggéraient logiquement un rapprochement avec les gîtes de scheelite de l'Ouest des États-Unis ([2]).

Or, l'étude de quelques échantillons du gisement d'Azegour m'avait permis de constater la présence dans deux d'entre eux provenant des niveaux 1473 et 1458 (le carreau est au niveau 1488), de petits grains de scheelite n'atteignant pas, pour la plupart, 1^{mm} de diamètre, dans une masse de grenats avec un peu de calcite, de chlorite et d'idocrase.

Les caractères optiques, les angles des clivages mesurés au goniomètre par M. C. Gaudefroy, la fluorescence bleue dans l'ultraviolet ne laissaient aucun doute sur l'identité du minéral. En outre, des essais chimiques qualitatifs effectués par M. de Cichocky, montrèrent la présence du tungstène et l'absence du molybdène : cette scheelite était très voisine du terme WO_4Ca de la série scheelite-seyrigite-powellite.

Ainsi se trouvait vérifiée l'hypothèse de la présence de la scheelite dans la paragenèse du gîte d'Azegour, mais, pour se rendre compte de l'importance de la minéralisation en tungstène une prospection des travaux miniers s'imposait.

Au cours du mois d'août 1950, j'ai pu disposer d'une lampe de Wood portative émettant de l'ultraviolet à 2 537 Å et parcourir, grâce à MM. Dolisie, Valet, Damiaci et Bourg, Directeurs, les 18^{km} de galeries que comporte la mine d'Azegour.

La scheelite se présente en bandes allongées dans le sens Nord-Sud, irrégulièrement réparties dans la masse des tactites. Elle apparaît tantôt sous forme de cristaux grossiers de quelques centimètres, tantôt sous forme de petits grains imprégnant la roche; on observe parfois de véritables filonnets. La couleur de fluorescence est blanc bleuté à bleu; elle n'indique qu'une teneur très faible en molybdène. Cependant, quelquefois, certains cristaux de scheelite présentent des zones irrégulières à fluorescence jaune : la teneur en molybdène de ces zones peut alors dépasser 1 %. Pratiquement, la powellite n'existe que comme produit d'altération de la molybdénite.

([2]) P. F. Kerr, *Geol. Soc. of Am.*, Memoir 15, 1946.

La scheelite est associée à la molybdénite, à la chalcopyrite et à la pyrite. Généralement l'un de ces minéraux domine largement et les autres n'existent qu'en petite quantité ou sont absents. L'oligiste est fréquent, la blende apparaît parfois et, très rarement, la galène. Les roches minéralisées en scheelite sont généralement formées essentiellement de grenats avec calcite, chlorite et quartz, et, quelquefois, fluorine et idocrase. Parfois, l'amphibole ou le pyroxène dominent. Enfin on observe des cristaux de scheelite dans des masses de quartz différenciées au sein des tactites. L'association grenat-calcite-quartz-scheelite est caractéristique du gîte d'Azegour; elle est comparable à l'association : grenat-quartz-scheelite, fréquente dans les gîtes de l'Ouest des États-Unis. Mais, dans cette région, les plus riches minerais sont du type épidote-quartz-scheelite [2] qui n'a pas été reconnu à Azegour.

On remarque qu'ici, comme dans les gisements semblables connus dans le monde, le tungstène s'est fixé à l'état de scheelite : malgré la présence de fer et de manganèse en quantités importantes, la wolframite n'a pas encore été rencontrée.

La minéralisation en tungstène provient du granite, qui est hercynien comme les granites d'Oulmès, de l'Aouam, des Zaër et certains granites du Maroc Oriental, lesquels ont apporté du tungstène comme l'ont signalé MM. Despujols, H. Termier, J. Agard et P. Morin. Cette observation permet d'orienter les recherches de minéraux de tungstène au Maroc, en premier lieu, vers la bordure des granites hercyniens. En particulier des gîtes semblables à ceux d'Azegour peuvent exister dans les calcaires ayant subi un métamorphisme de contact de la part de ces granites. La découverte récente de la scheelite dans les calcaires métamorphisés par le granite du Tichka [3], vient confirmer la valeur de cette règle de prospection.

MÉTALLOGÉNIE. — *Sur la présence de minéraux de la série Enargite-Famatinite dans les filons de la région de Cavallo (Algérie).* Note de MM. **Henri Vincienne** et **Vladimir Kovenko**, présentée par M. Paul Fallot.

Près du village de Cavallo, à 20^{km} à l'Ouest de Djidjelli (département de Constantine), existent deux groupes de gîtes filoniens : 1° l'un, dit de *Bou Soufa*, à 2^{km} au Sud du village, uniquement cuprifère, formé de filons généralement Nord 20° Est, parfois Nord 80° Est; 2° l'autre, dit de l'*Oued Kébir*, 2^{km} plus au Sud, à minerais complexes (Pb, Zn, Cu, Ag, Au), comportant surtout un filon orienté Nord 35 à 40° Ouest, de pendage très variable vers le Sud (75-80° sur la rive droite, 45-35° et même moins sur la rive gauche), recoupé par un système de failles environ Nord 40° Est.

---

[3] F. Permingeat, H. et G. Termier, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1155.

Tous ces filons paraissent encaissés dans des laves très altérées et indéterminables, qui reposent probablement sur un massif éruptif peu profond, intrusif dans les sédiments de l'Éocène inférieur et dans les Grès numidiques. Toutefois, à Bou Soufa, la lave encaissante montre des boules moins altérées renfermant des plagioclases à 35 % An., semble-t-il, et un peu de quartz libre, et qui sont à rapporter aux dacites. En outre, à l'Oued Kébir, la roche encaissante est entourée d'une labradorite à augite et à plagioclases à 55-65 An. Enfin des pitons de porphyre, probablement miocène, percent les sédiments voisins et semblent liés génétiquement aux minéralisations filoniennes : l'un d'eux étudié par L. Glangeaud est constitué par une microgranodiorite quartzique à peu d'amphibole; mais d'autres ont également des structures microlithiques (avec peu de verre) et se rapprochent des dacitoïdes et des microdiorites quartziques à hornblende.

Seuls nous intéresseront ici les filons de Bou Soufa, qui présentent, les uns, comme le filon 3 *bis* large de 20 à 30^{cm}, des remplissages à parois nettes, gangue de barytine et peu de quartz; les autres, presque sans gangue, des métasomatoses de brèches à éléments volcaniques.

L'étude en sections polies de la minéralisation de ces filons montre une gangue de barytine en tablettes, avec quartz de remplacement plus ou moins abondant et à contours festonnés. De très fines inclusions de rutile, en cristaux quadratiques, se rencontrent localement (galerie 2 *bis*) au sein du quartz et même de la barytine. La métallisation consiste notamment en *énargite* (sulfoarséniure de cuivre) plus ou moins abondante et en sulfure de fer (pyrite et surtout marcassite) : ces trois espèces sont en grains disséminés dans la barytine et dans le quartz. L'énargite est bien caractérisée par ses propriétés optiques.

Les grains de ce minéral, plus ou moins corrodés et fragmentés par l'altération, renferment des micro-veinules de produits peu réfléchissants, en partie constitués par des oxydes de cuivre avec très peu de covelline. La chalcopyrite peut s'y trouver en très rares inclusions, de même que dans la gangue, et elle est parfois accompagnée de cuivre gris. Quelques granules d'or natif s'observent disséminés dans les gangues et les produits d'altération. Traces d'oxyde de fer et de scorodite. Par altération, les pyrites donnent localement du sulfate de fer abondant.

Dans certaines parties de la mine (près de la galerie n° 6), la *famatinite* (sulfo-antimoniure de cuivre) s'associe à l'énargite, comme à Huaron. Elle s'en distingue par une tonalité générale plus rouge, un pouvoir réflecteur un peu plus élevé, un polychroïsme plus net. Elle se présente surtout en fines inclusions dans la pyrite et dans l'énargite, rarement en plages plus importantes accolées à cette dernière. L'énargite y est elle-même en étroite relation avec la pyrite, dont elle peut contenir de petites inclusions, ou avec laquelle elle forme parfois des sortes d'associations diablastiques ou pegmatitiques. La

pyrite montre enfin un concrétionnement très net, parfois globuliforme, qui laisse supposer sa genèse à partir de marcassite.

Dans les filons de l'Oued Kébir, le rôle des minéraux du groupe énargite-famatinite devient fort peu important; ils y sont en très fines et très rares inclusions dans du plomb antimonié.

En résumé, les deux groupes de gîtes filoniens du massif de Cavallo (surtout le groupe Nord dit de Bou Soufa) montrent l'existence de minéraux du groupe énargite-famatinite au sein d'une minéralisation de basse température (épithermale), caractérisée par la présence de la barytine, dans laquelle la minéralisation s'est mise en place, et par l'existence de minéraux concrétionnés abondants (pyrite, marcassite, blende, calcédoine) et de blende localement peu colorée.

La succession des minéralisations y paraît la suivante : Barytine; Marcassite-pyrite; Chalcopyrite; Blende; Chalcopyrite; Sulfo-sels de cuivre, puis de plomb : énargite-famatinite, cuivre gris, bournonite, plomb antimonié; Galène; Or natif; Quartz et calcédoine; Or natif; Scorodite, limonite, oxyde de cuivre, covelline, sulfate de fer.

Les minéraux de la série énargite-famatinite donnent à ces gîtes un caractère très particulier. Très importants dans les gîtes méso et épithermaux des cordillères circumpacifiques (Chili, Argentine, Bolivie, Pérou, Mexique, Montana, Arizona, Colorado, Philippines, Japon), ils n'étaient pas encore connus en Afrique du Nord et le sont peu dans le reste de l'Afrique (Tsumeb) et même en Europe (Bor, Matrabanya, Brixlegg, Rio Tinto, la Caunette). A Cavallo, ils sont dans un groupement épithermal. Il est curieux de souligner une certaine analogie de situation entre le gisement à énargite de Cavallo, au sein de la zone circumméditerranéenne d'éruptivité et de volcanisme tertiaires, et les gîtes à énargite liés à l'éruptivité et au volcanisme récent des guirlandes circumpacifiques.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la protection des ports, rades, estuaires contre les ensablements.* Note (*) de MM. **André Rivière** et **Jean Laurent**, présentée par M. Donatien Cot.

Détermination des caractéristiques et de l'implantation d'ouvrages de protection de ports, rades ou embouchures contre l'ensablement.

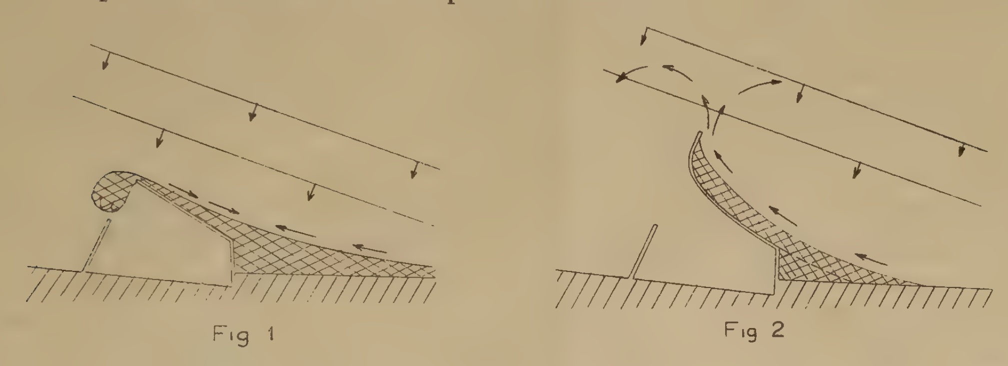
Sur les côtes où les phénomènes de transfert littoral des sédiments sont actifs, les ports sont fréquemment envahis par les sables et doivent être protégés artificiellement. On a le plus souvent recours à des systèmes d'épis ou à des digues obliques par rapport aux crêtes des houles dominantes et placés de

(*) Séance du 18 décembre 1950.

manière à retenir les sédiments en amont (par rapport à la direction du cheminement littoral) des zones à protéger. Au bout d'un temps variable, ces ouvrages perdent fréquemment beaucoup de leur efficacité première par suite du remblaiement qui rejette peu à peu vers le large la zone de déferlement, provoquant ainsi la reprise du cheminement, malgré l'accroissement des phénomènes de dispersion résultant du relèvement des profils littoraux, même si, initialement, le musoir des ouvrages débordait sensiblement, ce qu'il est convenu d'appeler la *ligne neutre*.

L'obliquité par rapport aux houles dominantes des ouvrages utilisés jusqu'ici a deux inconvénients majeurs :

1° Le déferlement le long de l'ouvrage se produit sous un angle tel qu'il tend à développer un courant de houle de sens opposé à celui qui longe le rivage (*fig.* 1); de ce fait, ce dernier se trouve atténué, sinon annihilé, d'où un dépôt massif des sédiments. Lorsque l'ensablement atteint le musoir de l'ouvrage, ce dernier perd évidemment beaucoup de son efficacité.



2° Cette évolution est aggravée car la zone située sous le vent du musoir est, du fait qu'elle se trouve partiellement protégée contre l'agitation, un véritable *piège à sédiments* dans lequel les sables viennent s'accumuler sous forme d'une flèche plus ou moins compliquée gênant la navigation et à partir de laquelle l'ensablement de la zone protégée peut progresser rapidement.

Nous avons établi que ces inconvénients peuvent être évités par des ouvrages convenablement dimensionnés et dont les tracés répondent aux conditions suivantes :

1° Contrarier aussi peu que possible l'effet du courant littoral. Il suffira d'adopter un tracé dans lequel la zone de l'ouvrage dont l'obliquité par rapport à la houle est telle que des courants de houle opposés à ceux du rivage auraient tendance à apparaître, soit aussi réduite que possible. Un segment d'hyperbole se raccordant tangentiellement au rivage et dont l'autre extrémité serait à peu près normale aux crêtes des houles dominantes (*fig.* 2) donne une idée de l'allure des tracés assez variés qui peuvent être utilisés. Ils seront tous caractérisés par le fait que la zone d'orientation défavorable, correspondant au maximum de courbure, sera très courte.

2° L'extrémité distale de l'ouvrage, de préférence à peu près rectiligne ou présentant tout au moins une très faible courbure, sera approximativement normale aux crêtes des houles dominantes, condition d'ailleurs réalisée par le tracé précédemment proposé.

Les dispositions préconisées ici entraînent les conséquences suivantes : *a*. le courant de houle littoral ne subit au contact de l'ouvrage qu'un minimum d'actions retardatrices, et les sédiments entraînés vers le large par le *rip current* ainsi artificiellement créé auront moins de tendance à former des accumulations massives le long de l'ouvrage; *b*. la région située à l'intérieur du musoir n'étant plus, en raison de l'orientation de celui-ci, une zone spécialement abritée, ne sera plus une zone d'accumulation et aucune flèche ne pourra s'y maintenir. La protection contre l'ensablement de cette zone sera d'autant meilleure qu'étant donné le tracé à peu près rectiligne de la jetée au voisinage de son musoir, on peut s'attendre à voir le courant qui la suit extérieurement décoller avant son extrémité, écartant ainsi les sédiments qu'il pouvait entraîner. Nous avons pu établir expérimentalement (modèle réduit) que dans certaines conditions ces sédiments reprennent leur cheminement parallèlement à la côte sans envahir la zone protégée et sans trop se disperser au large.

D'autres expériences nous ont montré que des résultats intéressants peuvent parfois être obtenus même avec une réalisation assez grossière (jetées à tracé polygonal) des dispositions préconisées ici. Ceci permet de penser qu'en beaucoup de circonstances, des résultats efficaces pourraient être obtenus en prolongeant par un musoir normal à la direction des crêtes dominantes, sous réserve d'un raccord judicieusement établi, un ouvrage préexistant. Il est d'ailleurs à remarquer que l'ensablement du pied de l'ouvrage tend à corriger les défectuosités de cette partie de son tracé.

Au point de vue réalisation pratique, nous attirons l'attention sur le fait que l'absence d'ensablement au musoir conduit à réaliser ses fondations d'une manière particulièrement soignée.

PHYSIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur la répartition approximative de l'ionisation de la couche* F 2 *du point de vue mondial*. Note de M. **Karl Rawer**, présentée par M. Jean Cabannes.

La répartition de l'ionisation peut être représentée avec une approximation suffisante par les résultats d'observation des deux régions, Est et Ouest, en effectuant une interpolation linéaire pour les deux régions intermédiaires. Le choix des régions doit être conforme aux cartes d'inclinaison magnétique, ce qui explique aussi l'influence apparente de la distribution des continents sur l'ionisation.

L'effet, dit de longitude, mis en évidence par l'étude de l'ionisation de la

couche F2 [1], est attribué en général à l'influence du champ magnétique terrestre [2]. Nous avons récemment émis l'idée [3] que cette influence devait être liée au champ magnétique réel, de telle sorte qu'elle devait dépendre de l'inclinaison mais non des *coordonnées géomagnétiques* utilisées habituellement. Nous appuyant sur cette manière de voir, nous avons trouvé une représentation continue de la répartition de l'ionisation qui nous paraît être plus proche de la réalité que celle conduisant à l'utilisation de quatre zones de longitude.

Nous aboutissons ainsi à la construction d'une carte où figurent les coordonnées latitude et longitude et sur laquelle est représenté l'état d'ionisation pour une *certaine heure locale* (par exemple valeur de l'ionisation pour chaque endroit à midi local). Si nous faisons abstraction de l'effet de longitude nous aurons un système de droites horizontales, chaque droite caractérisant un certain niveau d'ionisation. L'introduction de l'effet de longitude entraînera une certaine déformation des lignes précédentes. D'après notre point de vue cette déformation dépend surtout de l'inclinaison et de la position du Soleil.

Indépendamment de cette dernière influence, les valeurs limites d'ionisation doivent apparaître dans les deux régions du globe où le décalage entre les lignes d'égale inclinaison et les cercles de latitude est maximum (dissymétrie maximum). Or ces régions s'identifient avec les grands continents Europe, Afrique et Asie, y compris l'Océan Indien constituant la zone Est, l'Amérique se présentant comme zone Ouest.

Dans la zone Est l'équateur magnétique se trouve à peu près à 1100^{km} au Nord de l'équateur géographique et à 1400^{km} au Sud en zone Ouest. Dans la région comprise entre les latitudes 60° N et S nous proposons de délimiter ces zones comme suit :

Zone Ouest. — Marge Ouest : 60° N, 100° W ; 0°, 80° W ; 60° S, 70° W.

Marge Est : 60° N, 70° W ; 60° S, 30° W.

Zone Est. — Marge Ouest : 60° N, 10° W ; 20° N, 10° W ; 60° S, 40° E.

Marge Est : 60° N, 150° W ; 0°, 120° E ; 60° S, 120° E.

Étant donné le fait que l'inclinaison varie faiblement avec la longitude à l'intérieur de ces deux zones, nous sommes en droit d'établir une seule carte d'ionisation (en fonction de la latitude et de l'heure locale) pour chacune de ces deux zones.

D'autre part l'usage très répandu de faire une troisième carte d'ionisation caractérisant les deux régions intermédiaires ne nous semble pas justifié. Au lieu de ce modèle nécessitant une variation discontinue nous proposons un modèle admettant une variation continue entre les deux zones Est et Ouest.

---

(1) I. Ranzi, *Ric. Scient.*, 10, 1939, p. 926.

(2) O. Burkard, *Hochfrequenztechn. u. El. Ak.*, 60, 1942, p. 87-96; E. V. Appleton, *Nature*, 157, 1946, p. 691; D. K. Bailey, *Terr. Magn.*, 53, 1948, p. 35.

(3) F. Oboril et K. Rawer, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1962.

Dans les cartes établies pour une certaine heure *locale* nous faisons usage d'une interpolation linéaire entre les marges voisines des deux zones. Les lignes le long desquelles l'interpolation doit être effectuée sont définies par l'égalité de l'expression $\sin I/\cos\varphi$, si nous désignons par I_1 et φ_1, I_2 et φ_2 les valeurs de l'inclinaison magnétique et de la latitude géographique de part et d'autre de la marge, nous admettons que :

$$\frac{\sin I_1}{\cos\varphi_1} = \frac{\sin I_2}{\cos\varphi_2}.$$

A l'aide de cette interpolation nous aurons une représentation continue de l'ionisation, étroitement solidaire des lignes d'égale inclinaison dans la région tropicale, nous introduisant une certaine influence de la latitude pour les régions de latitudes élevées. Ce modèle correspond à une carte d'inclinaison approchée, les lignes courbes étant remplacées par des droites horizontales dans les deux zones Est et Ouest, et par des droites inclinées dans les zones intermédiaires.

Étant donné l'identité de nos zones principales avec les grands continents, nous devons nous attendre aussi à une influence apparente de la distribution des continents sur l'ionisation de la couche F2, influence présumée par certains auteurs ([4]). L'effet nous semble dû uniquement à l'inclinaison du champ magnétique terrestre. D'autre part il nous paraît vraisemblable qu'il existe une relation entre la distribution des continents et la variation de l'inclinaison. Nous pouvons supposer que cette variation est due à des courants d'induction ou autres pouvant être en relation étroite avec la distribution des continents.

ANATOMIE ONTOGÉNIQUE. — *Origine et croissance de l'ébauche foliaire chez* Nicotiana Tabacum *L.* Note (*) de MM. **Jean Cuzin**, **Daniel Schwartz** et **Alexandre Fardy**, présentée par M. Louis Blaringhem.

La feuille de *Nicotiana Tabacum* est d'origine latéro-apicale profonde. Elle apparaît comme une évagination du tissu méristématique latéral profond, sous la forme d'un pli couché dont le flanc externe seul est soumis à l'influence du gradient général acropète de double différenciation procambio-parenchymateuse, et dont le flanc interne reste bloqué à l'aiselle de l'ébauche pour constituer le méristème axiliaire, On rend compte ainsi ontogéniquement de la bilatéralité de la feuille.

Ayant décrit dans l'apex de la tige de *Nicotiana Tabacum* L. Var P 19 Berg. une zonation en *méristème central* et *méristème latéral* ([1]), nous avons posé que

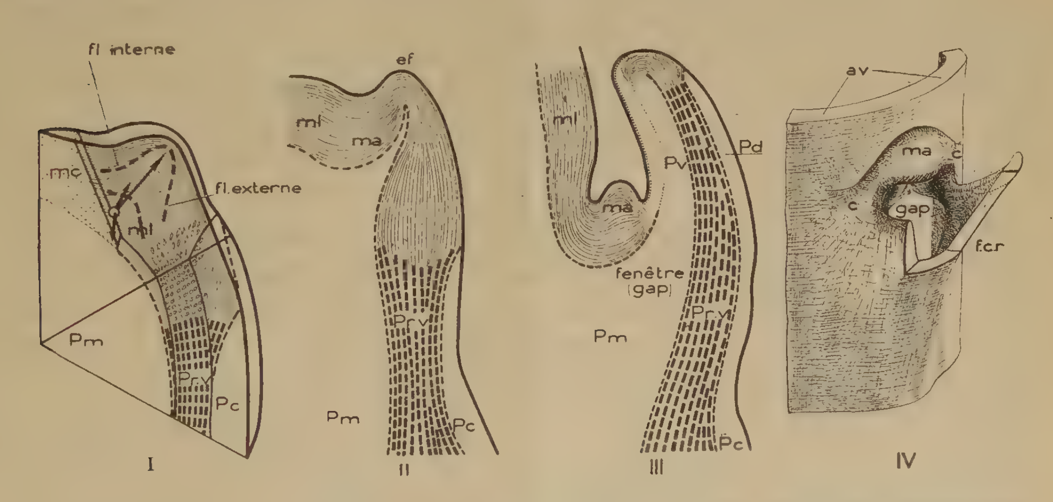
([4]) Communication privée de M. le Commandant Borel, professeur à l'École supérieure d'Électricité.

(*) Séance du 18 décembre 1950.

([1]) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1242.

les fonctions histogéniques et organogéniques directes de l'apex ont leur siège dans sa *zone latérale* (*méristème latéral*). Une participation indirecte de la *zone centrale* (*méristème central*) à la foliogénèse n'est pas exclue, mais ce serait alors par une influence à distance.

Nous rapportons ici quelques précisions relatives au fonctionnement du méristème latéral au cours de la mise en place d'une *ébauche foliaire* dans un apex adulte. Le méristème latéral se divise activement en direction dominante périclinale, au niveau profond avoisinant sa base interne, près de sa confluence avec le méristème central. Ces divisions intéressent un secteur seulement de sa masse, avec un maximum dans un plan radial privilégié (futur plan de symétrie de la feuille). Il en résulte une expansion latérale aplatie (Soubassement foliaire Louis, 1935) (*fig.* I). Nous insistons sur ce fait essentiel qu'il s'agit là d'une *formation profonde* et non d'une prolifération sub-épidermique. Du fait de son maximum d'intensité à la fois dans un plan radial et dans un secteur de la circonférence de coupe transversale, cette expansion adopte la forme d'un pli synclinal profond avec un *flanc interne* et un *flanc externe*; vue dans l'espace, elle figure un cône aplati bi-latéralement (*fig.* II).



mc, méristème central; ml, méristème latéral; ma, méristème axiliaire; Pr. v, tissu provasculaire; Pm, parenchyme médullaire; Pc, parenchyme cortical; Pv, parenchyme ventral foliaire; Pd, parenchyme dorsal foliaire; av, anneau vasculaire; fcr, faisceau conducteur du rachis; c, cornes baso-latérales du méristème axillaire; ef, ébauche foliaire.

Dans la région basilaire de cette formation et intéressant son *flanc externe*, apparaît, en continuité avec la vascularisation sous-jacente de l'anneau axial et en direction exclusivement *acropète*, une différenciation qui prend d'emblée un double caractère, *procambial et parenchymateux* (*fig.* II et III); ces deux aspects sont en effet toujours liés, et une formation provasculaire apparaît toujours comme doublée à l'extérieur et à l'intérieur d'une formation parenchymateuse : dans la région inférieure, à proximité de l'anneau vasculaire

axial, la parenchymatisation externe s'établit en continuité avec le parenchyme cortical de l'axe, la parenchymatisation interne en continuité avec la moelle. Dans la région supérieure de l'ébauche en croissance lorsqu'elle dépasse 40 à 50$^{\mu}$, le même processus de double différenciation met en place, en continuité avec la vascularisation sous-jacente, d'une part le tissu provasculaire du futur rachis, et d'autre part, dorso-ventralement, les parenchymes de l'ébauche foliaire.

A ce stade tout le flanc interne du pli couché inital n'a subi au voisinage de son plan de symétrie aucune différenciation; dans ses extrémités baso-latérales (cornes) il a été mis en relation par différenciation vasculo-parenchymateuse avec les tissus pro-vasculaires de l'anneau axial et avec les parenchymes corticaux et médullaires de l'axe. Ce flanc interne ainsi connecté constitue désormais le méristème axillaire de l'ébauche foliaire.

Si nous isolons par la pensée le *système vasculaire*, nous sommes conduits à le considérer dans la feuille comme une évagination conique aplatie du cylindre axial, évagination conique dont le flanc interne serait resté virtuel (*fig.* III). L'existence d'un gradient acropète de différenciation vasculo-parenchymateuse avec maximum au contact de la vascularisation sous-jacente peut permettre de comprendre l'absence de différenciation du flanc interne de cette évagination; car c'est ce flanc qui, retranché à l'aisselle du pli couché, doit être considéré comme soustrait au maximum à l'effet du gradient. On s'explique en même temps l'apparition de la symétrie bilatérale de la feuille, à la suite de la disparition d'un groupe d'éléments radicaux (flanc interne) dans la symétrie de révolution de l'évagination initiale; le faisceau conducteur du rachis représente donc la moitié externe *réelle* d'une évagination cylindro-conique du cylindre axial; la moitié interne virtuelle ne s'est pas différenciée, et sa trace subsiste à la base de l'ébauche sous la forme d'un massif méristématique, le *méristème axillaire* (*fig.* IV).

Ce tissu représente donc un témoin attardé du méristème latéral de l'apex, c'est-à-dire un *tissu d'origine apicale primitive*; nous ne faisons appel pour en expliquer la présence à aucun processus de dédifférenciation.

Si maintenant, nous isolons par la pensée le système parenchymateux, nous concevons la *fenêtre foliaire* (orifice circulaire par lequel la moelle de l'axe est en connexion avec le parenchyme ventral de l'ébauche, ou *gap*, des auteurs anglo-saxons) comme la pénétration géométrique de l'évagination initiale dans le cylindre médullaire axial; le parenchyme ventral de la feuille, dans cette hypothèse prend une signification *médullaire*, le parenchyme dorsal une signification *corticale* (*fig.* IV).

Nous insisterons sur le fait que, dans notre hypothèse, la moelle est d'origine latérale apicale, et non pas d'origine centrale apicale, l'activité histogène du méristème apical central étant pratiquement nulle.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches préliminaires sur la vernalisation en présence d'inhibiteurs de germination et de respiration.* Note (*) de MM. **Pierre Chouard** et **Pierre Poignant**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Chez un Blé d'hiver, le besoin de vernalisation n'est pas absolu, l'épiaison a finalement lieu, que le traitement de vernalisation fasse défaut ou qu'il ait été inhibé. Les divers inhibiteurs, appliqués pendant le traitement vernalisant, agissent souvent de façon parallèle sur la marche de la vernalisation et de la germination, mais permettent parfois de les dissocier.

Le mécanisme intime de la vernalisation est inconnu. Mais on sait qu'il semble exiger l'accomplissement simultané de l'acte respiratoire et d'un minimum mal défini de croissance [1]. C'est pourquoi nous avons voulu rechercher si l'on pourrait dissocier certaines parties du mécanisme de la vernalisation en opérant en présence des inhibiteurs qui sont réputés exercer un blocage total ou partiel des mécanismes respiratoires, et de ceux qui sont réputés inhiber la croissance ou la germination.

Protocole expérimental. — Des lots de 25 grains de Blé Vilmorin 27 (variété assez nettement *d'hiver*) sont trempés durant 24 heures à la température tiède du laboratoire dans un excès des solutions de 20 agents inhibiteurs essayés à trois ou quatre concentrations, généralement de 10^{-3} à 10^{-6}. Les grains sont ensuite placés dans des fioles d'Erlenmeyer; ils y baignent dans une mince couche de la même solution, renouvelée tous les 10 jours; le liquide revêt les grains par capillarité sans les priver du contact de l'air. C'est dans cette situation que les grains subissent plusieurs semaines de température froide, à $+3°C \pm 0{,}2$. Ils sont ensuite lavés à l'eau courante, durant 24 heures à la température du laboratoire, et semés. Des lots-témoins sont trempés dans les mêmes solutions et lavés de même, mais sans subir le froid, et semés le même jour. On note l'inhibition de germination en chiffres arabes de 0 à 5 au moment du semis par comparaison des dimensions des plantules avec celles du lot trempé et vernalisé dans l'eau seule; quand, au contraire, il y a stimulation, la note d'inhibition est négative. On note l'inhibition de vernalisation en chiffres romains de O à V par comparaison entre les dates et fréquences d'épiaison du lot vernalisé dans l'eau seule, épiant tôt (note = O) et du lot non vernalisé épiant tard ou n'épiant pas (note = V).

Après un essai préparatoire durant l'été 1949, deux essais préliminaires viennent d'être faits. Dans l'un, le semis a eu lieu le 17 novembre 1949, *en serre*,

(*) Séance du 18 décembre 1950.

(1) T. D. Lysenko, *Trud. Azerb. Op. St.*, 3, 1928, p. 1-168; *Bull. Jaroviz.*, 4, 1932, p. 1-57; F. G. Gregory et O. M. Purvis, *Ann. of Bot.*, nouv. sér., 2, 1938, p. 753-764.

vers 15 *à* 18° C *et sous éclairement continu* par appoint nocturne d'environ 100 lux, après 22 ou 35 jours de vernalisation; en fin avril 1950, le lot vernalisé était en pleine floraison, alors que le lot non vernalisé commençait à peine sa montaison; mais le 16 mai, le lot non vernalisé comme les lots à vernalisation inhibée, étaient entièrement épiés et en début de floraison. Dans l'autre essai, le semis a eu lieu le 3 mai 1950, *en plein air sans éclairement d'appoint*, après 26 jours de vernalisation; le lot vernalisé a épié dès le 15 juillet, tandis que le lot non vernalisé formait avant les gelées d'automne des ébauches d'épis visibles seulement par dissection des bourgeons.

Résultats (2). — 1° Les inhibiteurs de respiration, à une concentration suffisante, se sont montrés aussi inhibiteurs de la germination. Aux concentrations très faibles, les divers inhibiteurs se sont montrés parfois capables de stimuler la germination.

2° Le pourcentage de grains demeurant aptes à germer est inégalement affecté : il reste peu ou pas altéré, supérieur à 80 %, chez les lots traités par : eau seule avec atmosphère d'azote pur, sulfure de Na à 10^{-3}, sel d'éthanolamine de l'hydrazide maléique à 10^{-6}, arséniate de Na à 10^{-5}, bisulfite Na à 10^{-5}. Tous les autres traitements réduisent le pourcentage de germination à des valeurs comprises entre 50 et 75 %; certains l'annulent presque : fluorure de Na à 10^{-3}, cyanure de K à 10^{-3}, arsénite de Na à 10^{-3}. Après traitements à l'hydrazide maléique de 10^{-3} à 10^{-6} et à l'acide 2.4.5-trichlorophénoxyacétique à 10^{-4}, les plantes, bien qu'ayant germé, sont mortes avant de devenir adultes.

3° La plupart des traitements ont affecté à peu près parallèlement la germination et la vernalisation. Ainsi, les produits ci-après, aux concentrations indiquées, ont entraîné une forte inhibition, à la fois de la germination et de la vernalisation; aux doses plus faibles, les inhibitions ont été ensemble plus faibles (sauf indications données au 4°) : eau seule avec atmosphère d'azote pur (note : 5, V), cyanure de K à 10^{-4} (4, V), fluorure de Na à 10^{-3} (5, V), arsénite de Na à 10^{-4} (5, V), alcool éthylique à 2.10^{-2} (4 ou 5, V), chloral à 10^{-3} (4 ou 5, V), acide malonique à 10^{-4} (4, IV ou V), acide monoiodoacétique à 10^{-3} (4, V), coumarine à 10^{-5} (4, V), acide β-indolacétique à 10^{-4} (4, IV ou V), acide α-naphthylacétique à 10^{-4} (3, V), acide 2.4-dichlorophénoxyacétique à 10^{-5} (4, V), acide 2.4.5-triiodobenzoïque à 10^{-4} (4, IV ou V).

4° Un petit nombre de produits, et à certaines concentrations, ont montré une dissociation de l'inhibition de la vernalisation, restée forte, et de l'inhibition de la germination, n'ayant été que faible ou nulle : bisulfite de Na à 10^{-3} (1, V), à 10^{-5} (0, V), arséniate de Na à 10^{-4} (— 1 ou 0, IV ou V), acide triiodobenzoïque à 10^{-5} (0, V), potasse à N/10 (2, V), chloral à 10^{-5} (2 ou 3, V), acide iodoacétique à 10^{-5} (2, IV), fluorure de Na à 10^{-5} (0, II).

---

(2) Résultats plus détaillés, sous presse dans *Phytoma*, 4, 1951, n° 22.

5° Seul le liquide de Knop normal a fortement ralenti la germination sans diminuer sensiblement la vernalisation (4, I).

6° Le monosulfure de Na à 10^{-3} (— 1 ou 0, I), l'arséniate de Na à 10^{-5} (— 1, O) n'ont inhibé ni la germination ni la vernalisation.

Il est donc possible, quoique inégalement facile, avec l'aide de ces divers inhibiteurs, de dissocier l'inhibition de la germination de celle de la vernalisation, bien que ces deux inhibitions soient le plus souvent associées.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les toxines racinaires des sols incultes.* Note (*) de Mlle **Yvette Becker** et M. **Lucien Guyot**, présentée par M. Roger Heim.

Quinze espèces végétales, participant à la structure floristique de divers groupements végétaux évoluant sur les terres incultes, excrètent, au niveau de leurs racines, des substances qui inhibent la germination des graines et la croissance des plantules de certaines plantes annuelles.

Nous avons étudié l'action comparée, sur les graines germantes de quelques plantes (Blé, Lin, Radis, Vesce), des excrétions racinaires de 16 espèces végétales dont l'une (*Brachypodium pinnatum*) a été antérieurement [1] signalée par nous comme n'étant pas toxique et dont les autres nous sont apparues inhibitrices à des degrés divers. Les espèces étudiées ont été prélevées pour la plupart dans les friches et pelouses herbeuses du Nord de la France, du Bassin Parisien, du Sénonais et du Morvan, pour quelques autres dans les pâturages montagnards et clairières forestières des Cévennes méridionales, pour l'une enfin (*Aphyllanthes monspeliensis*) dans l'Aphyllanthaie du Languedoc; les résultats sont concordants quelle que soit la provenance de l'espèce considérée [2]. La technique adoptée a été la suivante :

a. eau de lavage des racines : les racines fraîches et débarrassées de la terre adhérente sont lavées à plusieurs reprises dans 10 fois leur poids d'eau au total;

b. extrait aqueux de racines : les racines séchées à l'air libre et broyées finement sont agitées pendant une heure en présence d'un poids égal d'eau;

c. extrait aqueux de terre : la terre (prélevée au contact des racines) est tamisée, puis agitée pendant une heure en présence d'un poids égal d'eau.

Dans chaque cas, le filtrat recueilli est utilisé pour l'arrosage des graines disposées à la fois sur sable fin en terrines de germination et sur papier filtre en boîtes de Pétri; la hauteur moyenne des tigelles et le poids sec des racines sont évalués sur les plantules développées [3].

(*) Séance du 18 décembre 1950.

[1] Y. Becker, L. Guyot, M. Massenot et J. Montegut, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 165-167.

[2] Au total ont été expérimentés 60 prélèvements dont 23 pour *Hieracium pilosella*, 8 pour *Brachypodium pinnatum*, 5 pour *Thymus serpyllum*, 4 pour *Origanum vulgare*, 1 à 3 pour chacune des autres espèces étudiées.

[3] Au total, plus de 10000 plantules ont été mesurées.

Les données chiffrées, qui concernent respectivement le Blé (B), le Lin (L), le Radis (R) et la Vesce (V), sont exprimées par rapport à 100 chez le témoin arrosé à l'eau pure dans le cas des eaux de lavage des racines et des extraits aqueux de racines ou arrosé avec un extrait aqueux de terre à Brachypode dans le cas des extraits aqueux de terre.

Pour l'ensemble des 15 espèces étudiées, les degrés d'inhibition s'expriment par les valeurs moyennes suivantes :

	Hauteur moyenne des tigelles.											Poids sec des racines.						
	Extrait aqueux de terre.				Extrait aqueux de racines.				Eau de lavage des racines.			Extrait aqueux de racines.			Eau de lavage des racines.			
Plantules de.......	B.	L.	R.	V.	B.	L.	R.	V.	B.	L.	V.	B.	L.	V.	B.	L.	V.	(*).
Achillea millefolium.....	58	–	68	52	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	59
Aphyllanthes monspeliensis..........	–	–	–	–	66	56	–	76	–	–		44	33	57	–	–	–	55
Asperula cynanchica.....	68	67	96	80	85	42	–	93	95	75	–	56	53	62	70	66	–	69
Barkhausia fœtida.......	76	–	80	86	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	81
Helianthemum vulgare...	89	76	68	94	98	96	–	–	105	82	–	97	90	68	88	80	–	85
Hieracium pilosella......	72	72	78	66	63	56	73	62	91	54	83	79	66	83	64	57	93	70
» *umbellatum*...	80	62	88	73	22	0	–	23	–	–	–	40	0	0	–	–	–	39
» *vulgatum*.....	52	–	–	–	22	0	–	44	50	77	17	–	–	–	–	–	–	29
Origanum vulgare.......	63	68	72	70	100	–	50	66	–	–	–	–	–	–	–	–	–	70
Papaver rhoeas..........	60	–	64	59	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	61
Picris hieracioides.......	58	83	65	55	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	65
Pterotheca nemausensis..	70	–	89	70	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	76
Solidago virgaurea......	73	64	–	71	5	0	–	–	–	–	–	0	0	–	–	–	–	30
Teucrium chamædrys....	87	57	56	74	75	40	–	67	87	61	84	66	86	76	74	63	93	68
Thymus serpyllum.......	68	–	68	70	72	76	74	64	120	103	97	80	85	91	125	85	102	75
Moyenne............	70	69	74	71	61	46	66	62	91	75	70	58	52	62	84	70	96	–
» générale.....	71				59				79			57			83			63

(*) Moyenne calculée seulement pour ce qui concerne les extraits aqueux de racines et de terre (à l'exclusion des eaux de lavage des racines).

L'extrait aqueux de racines est, dans tous les cas, le plus toxique. L'extrait aqueux de terre prélevée au contact des racines est un peu moins actif, en raison de la diffusion des substances excrétées dans la rhizosphère de la plante. L'eau de lavage des racines inhibe à un degré moindre encore, par suite de la grande dilution des principes actifs.

Quelques constatations faites sont particulièrement significatives :

élongation nulle de la tigelle chez le Lin en présence d'*Hieracium umbellatum* et *vulgatum* et de *Solidago virgaurea*;

élongation nulle de la radicule chez le Lin et la Vesce en présence d'*Hieracium umbellatum*, chez le Blé et le Lin en présence de *Solidago virgaurea*.

Les graines de Lin se refusent à germer en présence de *Solidago virgaurea*, germent à peine en présence d'*Hieracium umbellatum* et germent à 30 % seulement (contre 88 % chez le témoin) en présence d'*Hieracium vulgatum*.

Les jeunes plantules de Blé sont déformées (torsion de la tigelle et boursouflure du limbe) en présence d'*Achillea millefolium* (13 % des plantules sont déformées), *Hieracium pilosella*, *Origanum vulgare*, *Papaver rhoeas*, *Picris hieracioides* et *Pterotheca nemausensis*.

Les déterminations de la valeur du pH (par la méthode colorimétrique) ont donné les chiffres suivants : 6,8 à 8,4 pour l'eau de lavage des racines, 6,4 à 8,3 pour l'extrait aqueux de racines, 8 à 8,6 pour l'extrait aqueux de terre.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de l'acide α naphtalène acétique sur les corbeilles à propagules de* Marchantia polymorpha *L. et de* Lunularia cruciata *Adans.* Note de Mme **Jacqueline Rousseau**, présentée par M. Paul Becquerel.

L'acide α naphtalène acétique utilisé en solution par imprégnation sous le vide provoque une réaction de croissance des corbeilles à propagules de *Marchantia polymorpha* L. et de *Lunularia cruciata* Adans.

En étudiant l'action de différentes substances de croissance sur les propagules de *Marchantia polymorpha* et de *Lunularia cruciata* (1), (2), nous avons constaté que l'acide α naphtalène acétique était le plus actif. Nous avons fait agir cette hétéroauxine, sur des fragments de thalles de *Marchantia polymorpha* et de *Lunularia cruciata* placés en boîte de Pétri sur papier filtre imbibé d'hétéroauxine aux concentrations de 10^{-3} à 10^{-6}.

Nous avons observé, sur l'allongement des thalles une action freinatrice qui a disparu avec le temps. Pour des concentrations de 10^{-3} à 10^{-4}, nous avons noté que la hauteur chez 10 à 15 % des jeunes corbeilles avait doublé par rapport aux corbeilles témoins placées dans les mêmes conditions.

Ensuite, nous avons utilisé l'acide α naphtalène acétique en solution aux concentrations de 10^{-3} à 10^{-5} par imprégnation sous le vide (3). Avec cette méthode, nous avons obtenu une plus grande proportion de corbeilles surélevées. La proportion de corbeilles qui ont augmenté de hauteur a varié avec leur âge, le temps et la concentration de la solution d'hétéroauxine. Les concentrations de 10^{-3} à 10^{-4} ont provoqué l'allongement de 90 % des jeunes corbeilles et de 50 % des corbeilles âgées. La concentration de 5.10^{-5} a provoqué l'allongement, seulement chez 60 % des jeunes corbeilles et à peine chez 10 % des corbeilles âgées. En solution à la concentration de 10^{-5} l'acide α

(1) *Comptes rendus*, **230**, 1950, p. 675-676.

(2) *Travaux du Laboratoire de Botanique*, Poitiers, 1950.

(3) G. Debraux, *Thèses*, Poitiers, 1949.

naphtalène acétique a été pratiquement sans action sur les corbeilles à propagules.

L'examen microscopique des corbeilles, (*fig.* 1 et 2) nous a montré que leur élongation était produite par une croissance polarisée des cellules du pied de la corbeille. Cet allongement intéresse d'abord la partie de la corbeille la plus rapprochée du thalle, et s'étend jusqu'à la zone marginale des dents

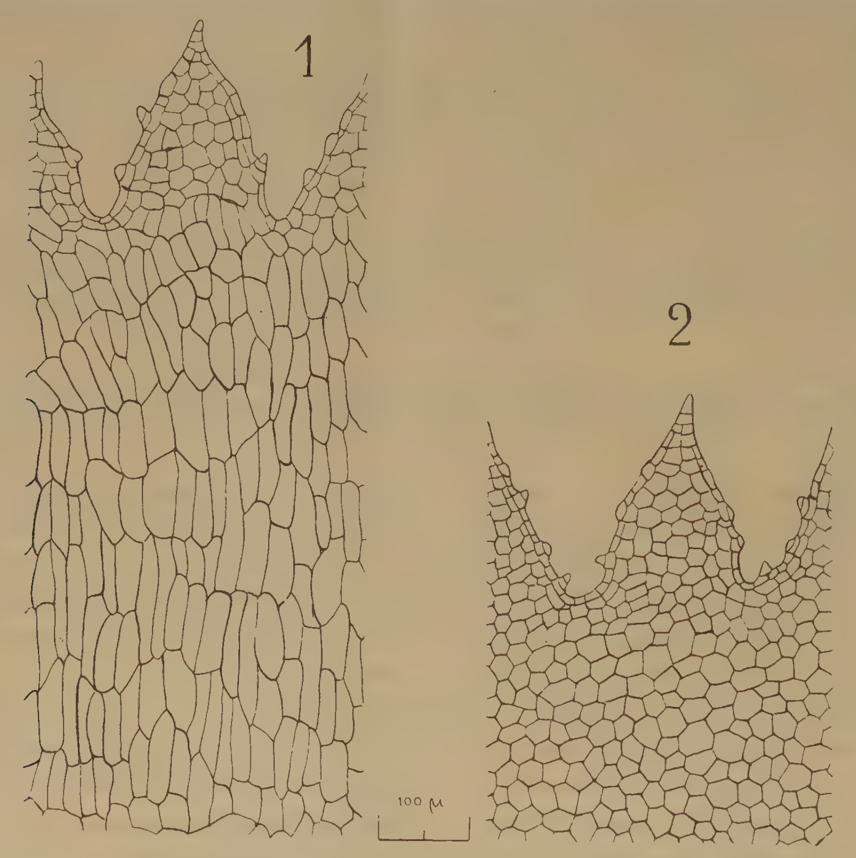


Fig. 1. — *Marchantia polymorpha*
Jeune corbeille 15 jours après l'imprégnation.
(2×10^{-4})

Fig. 2. — *Marchantia polymorpha.*
Jeune corbeille témoin.

15 jours après le traitement. Cette zone, à l'exception des deux rangées cellulaires les plus éloignées de l'apex des dents n'a pas réagi à la concentration de 10^{-3}. L'étirement des cellules a été plus important chez les cellules des jeunes corbeilles, dont la hauteur a pu tripler, que chez les cellules des corbeilles âgées dont la hauteur a doublé au maximum.

Nous soulignons que les concentrations actives sont plus fortes que celles qui provoquent la formation de rhizoïdes dorsaux sur les propagules; et que d'autre part, les cellules de la base des corbeilles sont les plus sensibles à la réaction de croissance parmi celles du thalle.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de l'acide α-naphtylborique sur la germination et le développement des plantules de quelques Dicotylédones.* Note de M. **Fernand Caujolle** et M[lle] **Georgette Bergal**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'acide phénylborique exerce une influence très particulière sur la germination et les premiers stades du développement des végétaux supérieurs [1]; il nous a paru intéressant de rechercher quels pouvaient être, dans les mêmes conditions expérimentales, les effets de l'acide α-naphtylborique. Bien que moins stable, cet acide présente une analogie structurale avec l'acide α-naphtylacétique, ce qui nous a incités à étudier l'influence de ces deux corps comparativement sur la germination et le développement des plantules de quelques Dicotylédones déjà éprouvées vis-à-vis des acides borique et phénylborique [1].

1. Étude des pourcentages de germination. — La toxicité de l'acide α-naphtylborique sur la germination se rapproche de celle de l'acide α-naphtylacétique, elle est en général légèrement plus forte pour une même dose. Les doses toxiques varient avec les espèces.

A la concentration de 10^{-5}, il inhibe notablement la germination de *Lactuca sativa* (39 %). A 10^{-4}, ses effets sont nets sur toutes les plantes essayées à la seule exception de *Sinapis alba* et *Medicago sativa*, ses effets inhibiteurs sont très puissants sur *Daucus carota* (87 %) et *Lactuca sativa* (88 %). A 10^{-3}, la germination de ces deux dernières espèces est complètement suspendue (100 %), *Sinapis alba* (72 %) et *Medicago sativa* (80 %) sont fortement inhibées, seul *Trifolium incarnatum* résiste assez bien (41 %). L'épreuve ne peut être poursuivie au delà de la concentration 10^{-3} en raison de la faible solubilité de l'acide α-naphtylborique.

Le comportement de doses isobores des acides borique, phénylborique et α-naphtylborique est différent, l'acide α-naphtylborique présentant le maximum d'agressivité pour toutes les espèces étudiées. Ces conclusions recoupent celles obtenues par ailleurs, suivant les mêmes techniques, avec *Chenopodium murale* et *Amarantus retroflexus*.

2. Effets sur le développement des jeunes plantules. — A. *Sur la croissance des tiges.* — Les effets inhibiteurs de l'acide α-naphtylborique sont généralement plus intenses que ceux de l'acide phénylborique, *Lactuca sativa* s'est révélée très sensible, dès la concentration de 10^{-6}, la croissance de ses tiges est inhibée de plus de 40 %, elle est stoppée pour toute concentration égale ou supérieure

---

[1] *Comptes rendus*, **231**, 1950, p. 1550.

à 10^{-5}. Pour toutes les espèces on observe sur les tigelles un épaississement marqué lorsque la croissance en longueur est inhibée.

D'une manière générale, pour les grandes dilutions, l'acide α-naphtylborique exerce sur la croissance des tiges des effets inhibiteurs moins accusés que ceux de l'acide α-naphtylacétique dont l'influence est déjà nettement sensible à la concentration de 10^{-7}; mais les effets des deux acides sont sensiblement équivalents pour toute concentration égale ou supérieure à 10^{-5}.

Les épaississements déterminés par les deux acides sont du même ordre d'importance lorsque les inhibitions de la croissance sont elles-mêmes équivalentes.

B. *Sur la croissance des racines.* — L'acide α-naphtylborique, aux concentrations de 10^{-7} et 10^{-6}, n'a présenté qu'un léger pouvoir activant (20 à 37 %) de la croissance des racines d'*Eruca sativa* et de *Sinapis alba*; pour les racines de toutes les autres espèces, il apparaît inactif à ces grandes dilutions de 10^{-7} et 10^{-6}.

Par contre, pour toute concentration égale ou supérieure à 10^{-5}, il se montre fortement inhibiteur et arrête la croissance des racines de toutes les espèces étudiées dès la concentration de 10^{-4}. La racine de *Lactuca sativa* se signale par sa très grande sensibilité, déjà inhibée (30 %) aux grandes dilutions (10^{-7}), elle suspend sa croissance (95 %) dès la concentration de 10^{-5}. L'inhibition de la croissance en longueur s'accompagne d'épaississements de la radicule.

Pour toutes les espèces étudiées l'acide α-naphtylacétique s'est montré plus actif que l'acide α-naphtylborique aux très grandes dilutions (10^{-8} à 10^{-6}) et d'un pouvoir d'inhibition équivalent aux faibles dilutions (10^{-5} à 10^{-3}). Tout comme pour la tigelle, les épaississements de la radicule présentent la même importance pour une même inhibition de la croissance en longueur, que cette inhibition résulte de l'influence de l'acide α-naphtylborique ou de l'acide α-naphtylacétique.

Conclusions — Par les influences qu'il exerce aussi bien sur les germinations que sur le développement des plantules étudiées, l'acide α-naphtylborique s'écarte de l'acide phénylborique pour se rapprocher considérablement de l'acide α-naphtylacétique. Il est remarquable d'observer des épaississements des tiges et des racines déterminés par les doses d'acide α-naphtylborique déclenchant l'inhibition de la croissance en longueur; l'acide phénylborique ne parvient jamais à déclencher de tels épaississements que l'acide α-naphtylacétique par contre provoque régulièrement.

AGRONOMIE. — *Recherches sur l'action comparée de quelques désherbants sélectifs sur les céréales.* Note de MM. **Robert Longchamp, Michel Roy** et **Roger Gautheret**, transmise par M. Joseph Magrou.

L'ester éthylique du 2.4 D est plus toxique que le sel de sodium du 2.4 D ou du M.C.P.A. A la dose de 1 kg/ha il a provoqué une baisse significative du rendement d'un Blé d'hiver, tandis que le sel de sodium du 2.4 D employé à une dose double n'a déterminé aucune chute de rendement. Enfin la toxicité de l'ester éthylique a manifesté de larges variations.

On sait que certaines variétés de céréales sont endommagées par des pulvérisations de solutions d'acide 2.4 dichlorophénoxyacétique (2.4 D) [1]. Pour préciser les conditions de cette action toxique, nous avons entrepris des expériences sur près de 10 000 parcelles de 4 à 12^{m^2}, réparties dans vingt-huit terrains différents. Nous avons examiné le comportement de 90 variétés de Blés, d'Orges et d'Avoines, à l'égard de pulvérisations de solutions aqueuses de sel de sodium du 2.4 D, de sel de sodium du M. C. P. A. (2-méthyl-4 chlorophénoxyacétate de sodium) et d'émulsions huileuses d'ester éthylique du 2.4 D [2]. Les quantités utilisées correspondaient à des doses de 1, 2, 5 ou 10^{kg} de produits actifs à l'hectare. Les traitements furent appliqués à divers stades du développement des céréales. Les conditions climatiques furent également variées. Ces expériences ont permis de comparer l'activité des produits employés.

Signalons tout d'abord que l'ester éthylique du 2.4D a plus intoxiqué les céréales que ne l'a fait le sel de sodium du 2.4 D. D'autre part la toxicité relative de l'ester éthylique a manifesté de larges variations. A la dose de 2 kg/ha, il a fréquemment provoqué des dégâts analogues à ceux déterminés par le sel de sodium du 2.4 D à la dose de 5 kg/ha. D'autres fois, 2 kg/ha d'ester éthylique ont provoqué une dépression de la céréale évaluée à 30 %, tandis que le sel de sodium du 2.4 D n'a déterminé aucune réaction, même à la dose de 10 kg/ha. Dans d'autres cas, très rares, l'ester a manifesté une toxicité à peine supérieure à celle du sel de sodium du 2.4 D.

Signalons en outre que le rapport de la toxicité de l'ester à celle du sel de sodium du 2.4 D a varié en fonction du stade auquel la céréale était parvenue lors du traitement. Si l'on opérait au début de la montaison, alors que la céréale était relativement résistante à l'égard du 2.4 D, ce rapport était plus

---

[1] *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 861-862.

[2] Les émulsions huileuses furent obtenues à partir d'un produit commercial. Les autres substances furent prélevées sur des lots de fabrications destinés à être commercialisés.

faible que lorsque le traitement était réalisé à l'époque du gonflement [3] qui correspondait à une sensibilité accrue de la céréale. La toxicité relative de l'ester éthylique fut donc d'autant plus forte que la céréale se trouvait dans des conditions de plus faible résistance.

Un essai de rendement fut réalisé sur une céréale moyennement sensible au 2.4D (Blé du Mesnil). Le traitement fut pratiqué pendant la montaison alors que le blé n'était plus très sensible au 2.4D. Cet essai a fourni les résultats suivants :

1° Les traitements réalisés avec l'ester éthylique ont provoqué une baisse de rendement de 6,9 % par rapport à l'ensemble des traitements effectués avec le sel de sodium du 2.4D (significative au seuil de 0,01).

2° Une dose de 1 kg/ha d'ester éthylique a provoqué une baisse de rendement de 5,6 % par rapport à une dose de 2 kg/ha de sel de sodium (significative au seuil de 0,05).

3° Un traitement avec 1 kg/ha d'ester éthylique du 2.4 D a provoqué une chute de rendement de 7,4 % par rapport au témoin (significative au seuil de 0,05).

Nous pensons que la grande toxicité de l'ester éthylique du 2.4 D doit être une conséquence de sa liposolubilité qui lui permet de s'introduire rapidement dans les cellules et de se fixer électivement sur le cytoplasme. Le fait que les toxicités de l'ester éthylique et du sel de sodium du 2.4 D ne varient pas parallèlement peut s'expliquer de la manière suivante : si la pénétration de ces deux substances dans la cellule s'opère selon deux mécanismes distincts, les facteurs qui la contrôlent peuvent être eux-mêmes différents; il en résulte que leur pénétration et donc leur toxicité peuvent varier d'une manière indépendante.

Signalons en outre que, le sel de sodium du M. C. P. A. fut généralement un peu moins toxique que le sel de sodium du 2.4 D, surtout lorsque le traitement était réalisé précocement. Mais parfois (essais réalisés à Fouesnant, Finistère) certaines céréales ont réagi avec plus d'intensité au sel de sodium du 2.4D qu'au M. C. P. A., tandis que d'autres ont manifesté une sensibilité analogue à l'égard des deux substances.

Nous avons enfin étudié l'action des conditions climatiques. La pluie survenant 3 à 4 heures après le traitement ne diminuait ni l'efficacité du désherbage, ni l'intoxication des céréales quelle que fût la nature du produit employé. Lorsque la pluie survenait aussitôt après la fin du traitement la toxicité du sel de sodium du 2.4 D et du M. C. P. A. était réduite, tant à l'égard des mauvaises herbes qu'à l'égard des céréales. Enfin, les traitements

---

(3) Le gonflement correspond au moment ou l'épi est suffisament développé pour provoquer la dilatation de la gaine dans laquelle il est contenu.

réalisés à basse température (12°) furent peu efficaces quelle que fût la nature du produit employé ([4]).

Nous laissons aux techniciens de l'Agriculture le soin de formuler les conclusions pratiques qui résultent de nos recherches.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de fortes doses de thiamine (vitamine B_1) sur le développement du jeune Rat soumis à un régime alimentaire plus ou moins riche en vitamines du complexe* B. Note (*) de Mme **Lucie Randoin** et M. **Jean Causeret**, présentée par M. Robert Courrier.

Nos recherches antérieures ([1]) ont prouvé que les graves troubles de dénutrition provoqués chez le jeune Rat par un enrichissement excessif de son régime alimentaire en amide nicotinique (vitamine PP) sont dus, pour une large part, à des carences indirectes en certaines vitamines du complexe B. Nous avons voulu savoir s'il ne serait pas possible de provoquer des carences de ce genre par administration de fortes quantités de thiamine (vitamine B_1).

L'hypervitaminose B_1 a déjà été étudiée par plusieurs auteurs. Hecht et Weese ([2]) ont montré qu'une seule injection intraveineuse de 160mg de chlorhydrate de thiamine par kilogramme de poids entraîne la mort du Rat, par paralysie du système nerveux central; chez le Lapin, Haley et Flesher ([3]) ont provoqué le collapsus, et même la mort, par injection intraveineuse de 200 à 300mg de vitamine B_1; et, en administrant par la même voie 25mg de cette vitamine au Cobaye scorbutique, High et West ([4]) ont noté de graves troubles de dénutrition accompagnés de phénomènes de tremblement et d'une inhibition du contrôle musculaire.

D'autre part, L. Randoin et Jacquot ([5]) ont montré que l'administration, par voie buccale, de 0mg,1 de thiamine au Rat *sous-alimenté* provoque un ralentissement de la croissance, lequel ne se produit pas chez le Rat normalement alimenté.

Première expérience : Influence de fortes doses de thiamine sur le jeune Rat soumis à un régime alimentaire équilibré. — Un lot de six jeunes rats albinos du sexe mâle, pesant de 40 à 50g, est soumis au régime alimentaire suivant :

([4]) Il est difficile de séparer l'action de la pluie de celle de la température, car les traitements désherbants sont constamment pratiqués de mars à mai, période pendant laquelle les chutes de pluie coïncident avec de basses températures.

(*) Séance du 18 décembre 1950.

([1]) *Comptes rendus*, **227**, 1948, p. 399; **229**, 1949, p. 855.

([2]) *Klin. Wochschr.*, **16**, 1937, p. 414.

([3]) *Science*, **104**, 1946, p. 104.

([4]) *Proc. soc. Exp. Biol. Med.*, **63**, 1946, p. 482.

([5]) *Comptes rendus*, **214**, 1942, p. 390.

caséine, 21; *graisse de beurre*, 4; *amidon*, 66; *mélange salin d'Osborne et Mendel*, 4; *levure sèche*, 5; *papier filtre* ad libitum (lot I).

Deux autres lots de six animaux, de sexe et de poids identiques, sont soumis au même régime, additionné d'un fort excès de thiamine : 0,1 % (lot II) ou 0,5 % (lot III).

Les gains de poids quotidiens, durant un mois, sont les suivants :

Lots.	Nombre de rats.	Levure (% du rég.).	Supplément thiamine (% du rég.).	Gain de poids (gain par jour).
I	6	5	0	3,94 (3,63-4,13)
II	6	5	0,1	3,90 (3,66-4,07)
III	6	5	0,5	3,86 (3,63-4,17)

D'autre part, même avec la dose de thiamine la plus forte, le comportement des animaux est normal. A l'autopsie, on n'observe aucune lésion organique macroscopique, et le poids des organes (foie, reins, surrénales, rate, thymus, testicules) est le même que chez les rats du lot I.

Un fort excès de thiamine semble donc bien supporté par l'organisme lorsque le régime alimentaire est convenablement équilibré, ce qui est en accord avec les conclusions de L. Randoin et Jacquot (*voir* plus haut).

Deuxième expérience : Influence de fortes doses de thiamine sur le jeune Rat soumis à un régime alimentaire pauvre en vitamines du complexe B. — Six lots de jeunes rats, de même sexe et de même poids que les précédents, sont soumis à des régimes contenant moins de levure que ceux des lots I, II et III : 2 % dans le régime des lots IV, V et VI; 1 % dans celui des lots VII, VIII et IX. Ainsi que l'indique le tableau ci-dessous, certains animaux reçoivent un supplément de thiamine.

Lots.	Nombre de rats.	Levure (% du rég.).	Supplément thiamine (% du rég.).	Gain de poids (gain par jour).
IV	6	2	0	3,41 (3,17-3,73)
V	6	2	0,1	2,78 (2,37-3,00)
VI	6	2	0,5	2,57 (1,73-3-17)
VII	12	1	0	2,43 (2,03-3,23)
VIII	6	1	0,1	2,28 (1,97-2,70)
IX	12	1	0,5	1,70 (0,69-2,80)

On voit que, lorsque le régime renferme une quantité insuffisante de vitamines du complexe B, quantité qui n'assure qu'une croissance suboptimale, un excès de thiamine diminue le gain de poids d'une manière très nette : pour les animaux des lots V et VI et des lots VIII et IX, la diminution est respectivement de 18 et 24 %, de 6 et 30 %.

Cependant, le ralentissement de la croissance dû à l'hypervitaminose B_1 ne

s'accompagne ni de symptômes pathologiques externes, ni de lésions organiques décelables macroscopiquement, ni de modifications du poids des principaux organes.

Conclusion. — Quand l'alimentation du jeune Rat est convenablement équilibrée, un fort excès de thiamine, administré par voie buccale (0,1 ou 0,5 % du régime alimentaire), est bien supporté par l'animal.

Par contre, lorsque le régime est peu riche en levure, ce qui détermine déjà une croissance suboptimale, le même excès de vitamine B_1 exerce encore un effet nettement défavorable sur le développement.

Ces résultats suggèrent que l'hypervitaminose B_1, comme l'hypervitaminose PP, agit essentiellement en provoquant des carences indirectes en certains facteurs vitaminiques du complexe B.

PHYSIOLOGIE CELLULAIRE. — *Étude immunochimique de la biosynthèse adaptative d'un enzyme : la β-galactosidase (lactase) d'*Escherichia coli. Note de M. **Melvin Cohn** et Mlle **Anne-Marie Torriani**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

La formation adaptative de la β-galactosidase chez *Escherichia coli* comporte la biosynthèse d'une protéine nouvelle identifiable comme antigène. Un autre antigène donnant avec l'enzyme une réaction croisée a été identifié chez les bactéries non adaptées. Il est vraisemblable que cet antigène représente le précurseur de la molécule d'enzyme.

La formation adaptative d'un enzyme correspond-elle effectivement à la biosynthèse d'une protéine, identifiable comme antigène ? Si c'est le cas, quels sont les (ou le) précurseurs de la protéine enzymatique ? Nous avons tenté de répondre à ces questions en mettant en œuvre les méthodes de l'immunochimie quantitative.

Notre matériel d'étude était la β-galactosidase (lactase) d'*E. coli* [2]. Des lapins immunisés à l'aide d'une préparation purifiée de l'enzyme extrait d'*E. coli* (souche ML) ont fourni un sérum anti-galactosidase qui précipitait intégralement l'enzyme, sans toutefois inhiber son activité que l'on retrouvait entièrement dans le précipité. Cet antisérum précipitait également la galactosidase de la souche K 12 d'*E. coli* ainsi que celle d'*Aerobacter aerogenes*.

---

[1] Travail effectué avec l'aide d'une subvention du *National Institute of Health* des États-Unis d'Amérique.

[2] J. Monod, A. M. Torriani et J. Gribetz, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 315 ; J. Monod, *Unités biologiques douées de continuité génétique*, Paris, 1949, p. 181 ; J. Monod, *Bioch. Soc. Symp.*, 4, 1950, p. 51 ; J. Lederberg, *J. Bact.*, 60, 1950, p. 381 ; M. Cohn et J. Monod, *Biochim. Biophys. Acta*, 6, 1951 (à l'impression).

En revanche, il ne précipitait pas l'amylomaltase ([3]) d'*E. coli*. En utilisant l'*o*-nitrophényl-β-*d*-galactoside (Lederberg, *loc. cit.*) comme indicateur coloré pour révéler la présence de l'enzyme dans les liquides surnageants après élimination du précipité, on peut titrer *spécifiquement* l'anti-galactosidase, indépendamment de toute autre réaction éventuelle due à d'autres anticorps. Le titre antigalactosidasique se définit donc en *unités d'activité enzymatique précipitable*. Nous avons constaté que les extraits de bactéries non adaptées, extraits ne présentant que des traces à peine mesurables d'activité, contiennent un antigène réagissant avec l'anti-galactosidase, et capable d'en précipiter 91 % au point d'équivalence. Appelons Pz cet antigène et Gz l'antigène homologue, c'est-à-dire l'enzyme.

Nous avons effectué des mélanges de Pz (extraits bruts de bactéries non adaptées) et de Gz (préparation purifiée de galactosidase, ou extraits bruts de bactéries adaptées) et nous avons étudié quantitativement la précipitation de ces mélanges d'antigènes par l'antisérum. L'antigène homologue Gz précipite *complètement* en présence d'excès de Pz. Ce dernier reste en solution aussi longtemps que la précipitation de Gz n'est pas complète. Les propriétés remarquables de ce système [analogues à celles du mélange des polysaccharides pneumococciques S III et S VIII avec l'anticorps anti-S VIII ([4])] permettent donc de titrer simultanément les antigènes Gz et Pz dans un mélange quelconque. Grâce à quoi nous avons pu constater que les extraits bruts de bactéries adaptées, extraits fortement actifs au point de vue enzymatique, contiennent simultanément en quantités notables l'antigène Pz et l'antigène Gz. Les extraits de bactéries non adaptées contiennent exclusivement l'antigène Pz.

Ces résultats démontrent que la formation adaptative de la β-galactosidase comporte effectivement l'apparition d'un antigène nouveau (Gz). La réaction croisée très accentuée de Gz et Pz indique en outre qu'il existe dans les cellules non adaptées une protéine présentant une structure très proche de certaines structures de la molécule d'enzyme. L'hypothèse que la protéine Pz est un précurseur de Gz se présente d'elle-même. Si cette hypothèse est exacte, la quantité de Pz dans les cellules doit diminuer au cours de l'élaboration de Gz. De nombreuses expériences nous ont permis de constater qu'il en est bien ainsi. Ces expériences ont été faites avec des bactéries maintenues à taux de croissance constant dans les conditions étroitement contrôlées et stables de la *culture continue* ([5]). Les antigènes Gz et Pz ont été dosés dans des extraits de

---

([3]) J. Monod et A. M. Torriani, *Comptes rendus*, 227, 1948 p. 240; M. Doudoroff et coll., *J. Biol. Chem.*, 179, 1949, p. 921; J. Monod et A. M. Torriani, *Ann. Inst. Pasteur*, 78, 1950, p. 65.

([4]) M. Mayer et M. Heidelberger, *J. Biol. Chem.*, 143, 1942, p. 567.

([5]) J. Monod, *Ann. Inst. Pasteur*, 79, 1950, p. 390.

bactéries cultivées en présence ou en l'absence de substrats inducteurs, lactose ou galactose. La concentration de Pz est invariablement de 30 à 40 % plus faible dans les extraits de bactéries adaptées, contenant la galactosidase, que dans les extraits de bactéries non adaptées qui n'en contiennent pas. En revanche, l'adaptation au maltose (formation d'amylomaltase) ne provoque pas de diminution de Pz. Ces résultats indiquent qu'il existe, outre des rapports de structure, des relations ontogéniques étroites entre les protéines Gz et Pz. Ils ne permettent naturellement pas d'affirmer que Pz soit un précurseur immédiat de l'enzyme, qu'il représente par exemple le *préenzyme* (6) dont l'existence a parfois été postulée. Seule la conversion obtenue *in vitro* autoriserait cette conclusion. Le détail des expériences mentionnées ici sera publié prochainement (7).

ZOOLOGIE. — *Sur la biologie des* Chondracanthidæ (*Crustacés Copépodes*). Note (*) de M. **Claude Delamare-Deboutteville**, présentée par M. Louis Fage.

La présente Note essaye de montrer les relations biologiques qui unissent et différencient les trois sous-familles de *Chondracanthidæ*, Copépodes parasites de Poissons.

Les plus importantes contributions à la taxonomie des *Chondracanthidæ* sont dues à Leigh-Sharpe et Oakley (1927) (1) et Oakley (1930) (2) qui ont créé la sous-famille nouvelle des *Lernentominæ*, pour recevoir certains parasites des *Trigla*. Plus récemment Illg (1948) (3) a instauré la sous-famille des *Pharodinæ* pour recevoir deux espèces : *Pharodes tortugensis* Wilson, parasite du *Scoliodon terræ-novæ* dans le golfe du Mexique et *Pharodes biakensis* Illg sur le *Caracanthus unipinnus* (Gray) de Nouvelle-Guinée. Nous avons retrouvé à Banyuls des *Pharodinæ* incontestables, appartenant au genre *Pharodes* Wilson : *Pharodes banyulensis* n. sp., parasite dans la cavité branchiale de *Gobius quadrimaculatus* Cuv. Val.

Nous rattachons en outre au genre *Pharodes* Wilson un certain nombre d'espèces, mal interprétées jusqu'à ce jour : *Pharodes Ninnii* (Richiardi) (= *Chondracanthus Ninnii* Richiardi), parasite du *Gobius Panizzæ* Verga des côtes de Vénétie, espèce qui n'a été

---

(6) J. Monod, *Ann. Inst. Pasteur*, 69, 1943, p. 179; *Ibid.*, 71, 1945, p. 37; J. Northrop, *Crystalline Enzymes*, New York, 1948, p. 244.

(7) *Biochim. Biophys. Acta* (en préparation).

(*) Séance du 18 décembre 1950.

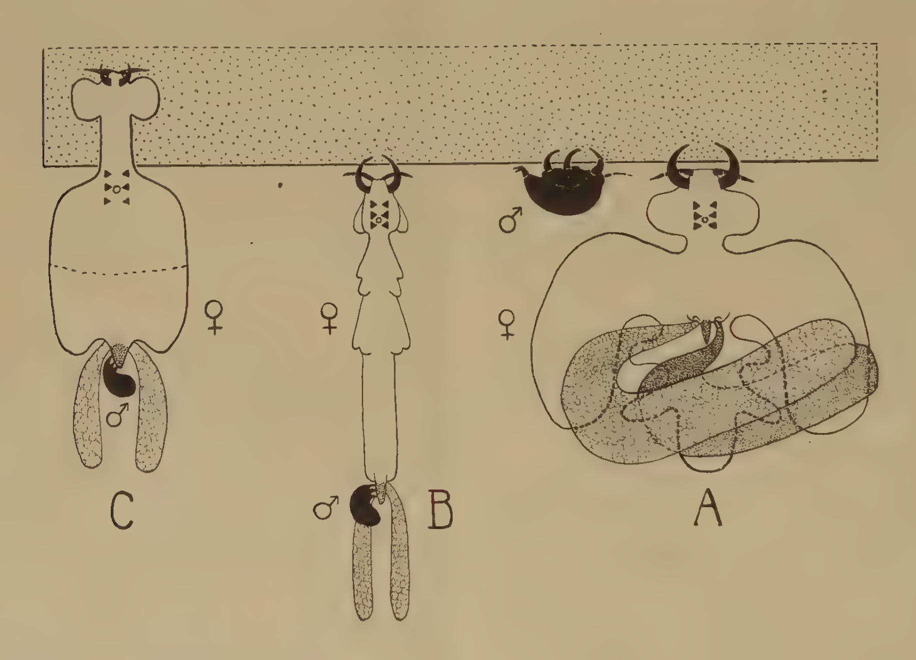
(1) *Parasitology*, 19, p. 455-467.

(2) *Parasitology*, 22, p. 182-201.

(3) *Journ. Washington Acad. Sc.*, 38, n° 12, p. 404-412.

revue que par Valle à Trieste et qu'il est difficile d'interpréter, l'auteur n'ayant décrit que l'aspect extérieur; *Pharodes clini* (Vaney et Conte) (= *Diocus clini* Vaney et Conte), parasite du *Clinus argentatus* Risso de la Rade de Toulon, qui, à en juger par les figures originales, est bien différent de notre espèce; *Pharodes clini* var. *Dieuzeidei* Brian (= *Diocus clini* var. *Dieuzeidei* Brian), parasite de *Crenilabrus ocellatus* Forskal et *Crenilabrus* sp. aux environs d'Alger. Le genre *Diocus* Kröyer, parasite du *Cottus gobio* dans les eaux douces du Grönland, est un genre bien différent mais encore difficile à classer.

L'étude de spécimens vivants permet de mettre en évidence d'importantes différences biologiques entre les trois sous-familles de *Chondracanthidæ*, les *Lernentominæ* Leigh-Sharpe et Oakley, les *Chondracanthinæ* (Milne-Edw.) et les *Pharodinæ* Illg.



Chez les *Pharodinæ* (*fig.* A), qui nous semblent les plus primitifs, le dimorphisme sexuel est encore relativement peu accentué, le mâle ayant gardé sa mobilité et vivant normalement aux dépens de l'hôte ainsi que la femelle. Ce mâle possède trois paires d'appendices en crochets, les antennes, maxilles et maxillipèdes, également développés, servant tant à ses déplacements qu'à sa fixation. L'abdomen et les orifices génitaux de la femelle sont ramenés loin vers l'avant sous la face ventrale. Les cordons ovigères sont de grande taille, contournés, et remplis de nombreuses rangées d'œufs.

Chez les *Chondracanthidæ* (*fig.* B) le dimorphisme sexuel est très accusé, le mâle, de petite taille étant toujours parasite de la femelle et ne pouvant guère se déplacer. Son corps et ses appendices sont moins robustes. Il porte deux péréiopodes courts. L'abdomen et les orifices génitaux de la femelle sont

situés à l'extrémité postérieure du tronc. Les cordons ovigères sont, en général, droits et ne contiennent qu'un petit nombre de rangées d'œufs.

Chez les *Lernentominæ* (*fig.* C), sous-famille strictement inféodée aux diverses espèces de *Trigla*, on trouve des dispositions très particulières. Le dimorphisme sexuel est très accentué, comme chez les *Chondracanthinæ*. La région antérieure de la femelle, contrairement à ce qui s'observe dans les deux autres sous-familles, plonge complètement dans les tissus de l'hôte grâce au développement d'un *cou* céphalique qui disjoint les antennules et les antennes des pièces buccales restées, avec la bouche, extérieures à l'hôte.

La biologie et la morphologie concourent donc à isoler les trois sous-familles de *Chondracanthidæ*. Sous l'angle phylétique il me paraît possible d'affirmer que la sous-famille la plus primitive est celle des *Pharodinæ*, proche des *Sphanchnotrophidæ* parasites de Mollusques, tandis que la plus évoluée serait celle des *Lernentominæ*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le premier stade biochimique de l'ossification.* Note (*) de MM. **Michel Polonovski** et **Pierre Cartier**, présentée par M. Maurice Javillier.

Dans la théorie classique de Robison, la minéralisation du tissu osseux est sous la dépendance du déplacement de l'équilibre de solubilité des ions Ca^{++} et PO_4^{---} du milieu intérieur. Ce déséquilibre, qui aboutit à la précipitation de phosphate tricalcique, est déterminé par une élévation locale en ions PO_4^{---} provenant de l'hydrolyse phosphatasique d'esters phosphoriques. Pour vérifier la part qui revient au processus phosphatasique dans les premiers stades de l'ossification, nous avons repris cette étude sur le cartilage ossifiable de l'os long de l'embryon de mouton, selon une technique inspirée de celle de Robison précédemment décrite (1).

En faisant varier, d'une part, la teneur en Ca et en P des solutions de Robison, et d'autre part la nature des combinaisons phosphorées (P minéral ou organique), nous avons, après incubation à 37° pendant 20 heures, obtenu les résultats suivants (rapportés au poids frais).

1° Mis en présence de solutions de Robison renfermant des concentrations croissantes de Ca, sans orthophosphates (I), le cartilage ossifiable fixe progressivement ce Ca, mais cette calcification n'est appréciable que pour des concentrations très supérieures à celles qui se trouvent réalisées *in vivo*, dépassant 0,50 g/l; elle n'intervient donc pas dans les conditions physiologiques. En l'absence de Ca, l'enrichissement du milieu en phosphates (II) ne

---

(*) Séance du 18 décembre 1950.

(1) P. Cartier, *C. R. Soc. Biol.*, **144**, 1950, p. 331.

modifie pas la minéralisation du cartilage. La présence simultanée de Ca et de phosphates dans un rapport Ca/P égal à deux et à des concentrations voisines de celles du sang (III) n'entraîne aucun enrichissement du cartilage en phosphate de calcium.

	Calcium fixé. (γ pour 100mg)	Phosphore fixé. (γ pour 100mg)	Rapport Ca/P.
I. — Ca^{++} *sans* PO_4^{---}.			
0/0/0 (*)	44	25	–
20/0/0	72	27	–
50/0/0	123	27	–
100/0/0	187	33	–
200/0/0	256	43	–
II. — PO_4^{---} *sans* Ca^{++}.			
0/ 5/0	48	32	–
0/ 10/0	56	36	–
0/ 20/0	44	33	–
0/ 50/0	48	40	–
0/100/0	52	45	–
III. — Ca^{++} *et* PO_4^{---}.			
10/ 5/0	56	46	–
20/10/0	65	48	–
IV. — Ca^{++} *et* P (esters).			
20/0/10 (Cori)	82	65	–
20/0/10 (Harden-Young)	93	72	–
V. — Ca^{++} *et* P (A. T. P.).			
10/0/10	493	418	1,18
20/0/10	914	734	1,25
40/0/10	1050	794	1,32
80/0/10	1121	852	1,31
		Moyenne	1,26
VI. — Ca^{++} *et* P (acétylphosphate).			
20/0/10	82	59	–
VII. — Ca^{++} *et* P (phosphagène).			
20/0/10	91	63	–

(*) L'abréviation de la formule de composition du liquide 20/0/10 (Cori) par exemple signifie : pour 100cm³, 20mg de Ca, pas d'orthophosphates, 10mg de phosphore sous forme d'ester des Cori.

2° Si l'on substitue aux phosphates des esters phosphoriques (glucose-1-phosphate, fructose 1-6-diphosphate) (IV), contrairement aux conclusions de Robison, le cartilage ne se minéralise pas. Nous avons d'ailleurs vérifié que le test de Kossa était négatif.

3° Au contraire, en remplaçant les esters phosphoriques par l'acide adénosine triphosphorique (A. T. P.), l'enrichissement du cartilage en Ca et en P devient considérable (V). Le degré de minéralisation s'élève avec la teneur en Ca. Cette action de l'A. T. P. est spécifique : ni l'acétylphosphate, ni le phosphagène qui possèdent un même potentiel énergétique de leur liaison phosphoryle que l'A. T. P., ne sont capables de phosphoryler le cartilage.

4° Notons enfin que le rapport Ca/P des coupes minéralisées est très différent de celui du phosphate tricalcique (1,94) et correspond à celui du phosphate bicalcique (1,29). Il ne s'agit cependant pas, comme l'avaient supposé Kramer et Shear ([2]), de formation de brushite, car, d'une part, cette brushite devrait se solubiliser en majeure partie lors des lavages prolongés des coupes à l'eau distillée, d'autre part, l'analyse rœntgenographique de ces coupes ne montre pas les raies caractéristiques de $PO_4CaH, 2H_2O$. Par sa troisième fonction acide, la moins ionisable, PO_4H_3 est fixé sur un groupement polaire (vraisemblablement aminé) de la matrice protéique, les deux premières étant liées au calcium.

En conclusion : Le mécanisme phosphatasique de Robison apparaît étranger au premier temps de l'ossification. Ce stade initial est caractérisé par une phosphorylation de la matrice protéique aux dépens de radicaux PO^{4---} à haut potentiel énergétique, fournis par l'A. T. P. Cette transphosphorylation s'accompagne d'une fixation de Ca, réalisant une combinaison phospho-protéino-calcique $\left[\text{Protéine}-PO\langle{}^{O}_{O}\rangle Ca\right]$ de rapport Ca/P identique à celui du phosphate bicalcique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les substances fondamentales de la membrane cellulaire végétale au cours de la digestion chez la Brebis.* Note de Mlle **Andrée Michaux**, présentée par M. Maurice Javillier.

Les matières pectiques et la cellulose étant étroitement associées chez les végétaux puisqu'elles sont les substances fondamentales de la jeune membrane cellulaire et que, d'autre part, les fibres de certaines plantes renferment des pecto-celluloses, nous avons étudié comparativement la digestibilité de chacune de ces substances (matières pectiques et cellulose) afin de déterminer, si, pour une alimentation donnée, il existe une certaine relation entre les quantités respectives de ces corps qui sont transformées dans le tube digestif.

([2]) *Journ. Biol. Chem.*, 79, 1928, p. 147.

Des Brebis ont reçu, pendant des périodes de 6 à 10 jours, des foins ou de la paille, ou de la pulpe de betteraves ou du marc de pommes. Sur une même prise initiale, les substances pectiques et la cellulose ont été dosées, les premières, par le procédé indiqué précédemment (¹), la seconde, par la méthode de Kurshner et Hofer modifiée (²). Les déterminations ont été faites dans les aliments donnés et refusés (les différences donnant les quantités ingérées) et dans les matières fécales.

	Corps pectiques		Cellulose		Coefficients de digestibilité.		
	ingérés	disparus	ingérée	disparue	Corps pectiques disparus	Cellulose disparue	(C. pect.+cell.) disparus
Rations.	(g).	(g).	(g).	(g).	(%).	(%).	(%).
Foin	77,42	61,79	167,65	90,97	79,80	54,26	62,35
	76,27	57,46	161,29	91,84	75,33	56,94	62,84
	86,30	69,36	216,52	121,16	80,37	55,96	62,91
Foin	101,65	77,01	234,52	158,21	75,75	67,47	70,0
	79,88	67,86	147,15	98,64	84,95	67,03	73,30
Foin (agneau).	42,07	27,39	73,65	39,36	65,10	53,44	57,67
Paille	19,04	7,33	147,51	85,55	38,49	58,00	55,77
	18,13	12,03	142,33	98,62	66,36	69,29	68,96
Pulpe de betteraves.	44,09	39,88	52,60	41,71	88,39	79,29	84,38
	64,95	60,33	84,93	70,18	92,89	82,63	87,07
Marc de pommes	78,98	73,44	71,33	49,07	92,98	68,79	81,50
	68,81	63,12	63,40	44,96	91,72	70,91	82,48

En réservant les résultats recueillis chez un agneau dont la flore bactérienne était peut-être incomplètement développée et qui a reçu un foin et une préparation concentrée et sucrée de lait en poudre, les données obtenues chez les Brebis qui ont consommé et bien supporté les autres foins montrent que les quantités moyennes de cellulose ingérée et disparue, soit respectivement 185g,4 et 112g,2, sont supérieures à celles des matières pectiques, soit respectivement 84g,3 et 66g,7.

La digestion, chez les ruminants, s'effectuant principalement dans la panse (³), le brassage continu auquel sont soumis les aliments pendant leur passage très lent dans cet organe spacieux, doit faciliter l'action des microorganismes. Ainsi s'explique la digestion de quantités relativement importantes de cellulose chez un sujet en bonne santé, convenablement nourri.

Dans le cas des pulpes, les quantités moyennes de cellulose consommée et

(¹) *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 1034.
(²) *Techn. Chem. Papier Zellstoff*, 1919, p. 26-125, 1934, p. 14-31.
(³) R. A. Mc Anally et A. T. Phillipson, *Biol. Rev.*, 19, 1944, p. 41.

disparue, $68^{g},8$ et $55^{g},9$, sont voisines de celles des corps pectiques, $54^{g},5$ et $50^{g},1$.

Par contre, avec le marc, les poids moyens de matières pectiques ingérées et disparues, $73^{g},9$ et $68^{g},3$ dominent ceux de la cellulose, $67^{g},4$ et $47^{g},0$.

Malgré les teneurs très différentes en corps pectiques des aliments donnés, foins ou marc, les quantités de ces substances qui ont disparu chez les brebis sont donc du même ordre. Elles sont plus faibles dans le cas de la pulpe. Mais, les poids de cellulose ingérée et disparue ont diminué, lorsque les foins ont été remplacés par la pulpe ou par le marc. Il est probable que les troubles graves observés chez les sujets soumis à ces deux dernières rations particulièrement déséquilibrées sont dus, au moins en partie, à l'insuffisance des quantités de cellulose consommée.

D'autre part, l'examen des coefficients de digestibilité de chacune de ces substances indique que, pour une ration donnée, les écarts individuels qui existent entre ces coefficients sont généralement beaucoup moins grands pour la cellulose que pour les corps pectiques.

Ces écarts sont très atténués ou pratiquement supprimés entre les coefficients de *digestibilité globale de l'ensemble de ces corps* (matières pectiques + cellulose). D'après les résultats relativement constants qui ont été ainsi obtenus, pour chaque aliment, la cellulose paraît être un élément régulateur dont l'influence compensatrice ne peut s'exercer que si les ingesta ont des teneurs en cellulose supérieures à celles des corps pectiques. Cette influence a été observée chez les brebis qui ont reçu les foins ou la paille, ou, à un degré plus faible, la pulpe de betteraves.

BACTÉRIOLOGIE. — *Une espèce bactérienne nouvelle isolée du sol :* Endosporus Filamentosus *n. sp.* Note (*) de M. **Jacques Pochon** et Mlle **Marie-Antoinette Chalvignac**, présentée par M. Joseph Magrou.

Une espèce bactérienne aérobie nouvelle a été isolée du sol. Elle est surtout caractérisée par son pouvoir fermentaire très actif sur l'amidon.

Au cours de recherches sur la dégradation bactérienne de l'amidon dans le sol (qui seront publiées ultérieurement), nous avons isolé un germe présentant des caractères très particuliers et méritant une description spéciale.

Le premier isolement a été fait sur plaque de silico-gel imprégné avec la solution saline de Winogradsky (azote nitrique). Le carbone est fourni sous forme de pain azyme. Ensemencement avec des grains de terre et isolement définitif sur gélose à l'amidon.

Morphologie. — Dans la culture très jeune le germe se présente sous forme

(*) Séance du 18 décembre 1950.

de bâtonnet de 2 à 3μ de long sur 0μ,5 de large, mais très rapidement un polymorphisme accentué se manifeste avec des formes longues qui peuvent devenir franchement filamenteuses, traversant un champ microscopique entier, formant une véritable chevelure sur la préparation. Les formes jeunes sont mobiles, péritriches. Le germe ne se colore pas par la méthode de Gram. Des spores clostridiennes apparaissent, toujours sur les formes courtes, dans les cultures âgées. Elles sont rares. L'étude cytologique de ce germe sera donnée ultérieurement (*Annales de l'Institut Pasteur*).

Caractères culturaux. — Il s'agit d'un germe aérobie facultatif, mais les cultures sont plus abondantes en aérobiose. La culture est possible à la température de 20°. Les spores résistent 2 minutes à 100°; elles sont tuées à cette température en 10 minutes.

Sur *silico-gel amidon :* colonies muqueuses incolores, transparentes, pouvant atteindre un diamètre de 2^{cm} en deux mois, avec 5^{mm} d'épaisseur.

Sur *gélose-amidon :* colonies muqueuses, circulaires, à bords réguliers, bombées, brillantes, transparentes, ne s'étirant pas au fil de platine, mais se déplaçant en masse sur la gélose.

En *gélose profonde :* colonies sphériques, petites, à surface lisse, réparties sur toute la hauteur du tube, mais plus abondantes dans les millimètres supérieurs ; quelques bulles de gaz.

En *eau peptonée :* trouble uniforme, sans voile, mais avec une légère collerette; léger dégagement gazeux.

Le *lait* est coagulé en 24 heures, sans digestion du caillot. La *gélatine* est liquéfiée en 48 heures, avec formation d'un entonnoir au sommet de la piqûre.

Sur *sérum coagulé :* culture légère sans protéolyse.

Sur *pomme de terre :* culture abondante, brunâtre, avec attaque du substrat.

Il n'y a pas production d'H_2S ni d'*indol:* par contre, il se forme de l'acétylméthylcarbinol en milieu glucosé.

Les nitrates sont réduits en nitrites. L'azote moléculaire n'est pas utilisé.

Le *citrate de sodium* n'est pas utilisé comme source unique de carbone. Le *rouge neutre* est réduit.

L'utilisation des *glucides* a été étudiée en eau peptonée et en milieu salin synthétique. Les sucres et alcools suivants sont fermentés avec acidification et léger dégagement gazeux : glucose, lévulose, galactose, saccharose, maltose, lactose, amidon, glycérol, mannitol; les pentoses (arabinose et xylose) et la cellulose ne sont pas fermentés.

Le type fermentaire a été précisé sur milieu synthétique salin additionné d'extrait de levure et d'amidon, en aérobiose. Il se forme de petites quantités d'alcool et d'aldéhyde et surtout de l'acide acétique. En anaérobiose, le type fermentaire est différent : acides acétique et butyrique dans le rapport d'un butyrique pour deux acétique.

Ce germe, qui par sa morphologie rentre nettement dans le genre *Endosporus*,

est différent de tous les *Endosporus* actuellement bien individualisés. Il se rapproche peut-être d'*Endosporus mucosus* (Klein, 1901), mais la description de ce dernier est insuffisante pour que l'on puisse l'identifier de façon nette. De plus, son habitat (boudin) est tout à fait différent. Aussi proposons-nous de considérer le germe que nous avons isolé comme une espèce nouvelle avec le nom d'*Endosporus filamentosus* n. sp.

BACTÉRIOLOGIE. — *L'exotuberculine saturée allergique.* Note de M. **Guido Finzi**, présentée par M. Gaston Ramon.

Dans une Note publiée en 1930 (1), nous énoncions :

a. que dans les milieux de culture convenables, la production d'exotuberculine par des bacilles tuberculeux du type humain et bovin, est très active dans les premiers jours et dans les premières semaines, elle atteint son maximum entre la sixième et la huitième semaine;

b. que de la huitième à la vingtième semaine, la production d'exotuberculine est plus limitée;

c. que dans n'importe quel milieu de culture, après la vingtième semaine, la production de l'exotuberculine tend à diminuer.

On doit se demander si c'est l'activité excrétoire des bacilles tuberculeux qui s'atténue après avoir atteint un maximum, ou bien si ce sont les principes actifs déjà élaborés par les germes qui eux-mêmes s'atténuent ou se transforment.

En vue d'élucider la question, nous avons entrepris une série de recherches qui seront exposées en détail ailleurs (2). Nous n'en donnerons ici qu'un résumé succinct.

A des flacons d'une contenance d'environ 1000^{cm^3} renfermant des cultures de bacilles tuberculeux humains ou bovins en milieu Sauton à la surface duquel s'est formé un voile après six à huit semaines de séjour à l'étuve à une température comprise entre 38 et 38°,5, on imprime un léger mouvement de rotation jusqu'à faire tomber en gros fragments, le voile au fond du récipient. Quand toute la surface du milieu est parfaitement libre de toute trace de voile, on sème à la surface, suivant la technique habituelle, des fragments, petits et minces, de voile, prélevés sur des cultures sur pomme de terre obtenues avec des souches de bacilles de Koch correspondantes.

Il se constitue alors à partir du fragment déposé à la surface du milieu *ancien* un nouveau voile, sec et fragile d'abord, qui devient bientôt épais, plissé, rugueux, gras humide jusqu'à atteindre, vers la sixième semaine, une

(1) *Rend. del R. Acad. Naz. del Liniei,* 12, 1950, série VI, 2e semestre, p. 145.

(2) G. Finzi, *Bull. Acad. Vétér. France,* 1951 (sous presse).

épaisseur presque toujours supérieure à celle du premier voile que l'on avait fait tomber au fond du récipient.

Les nouveaux germes introduits dans les milieux y trouvent encore un terrain favorable à leur multiplication et ils ajoutent à l'exotuberculine déjà formée, d'autres éléments qui progressivement augmentent leur degré de concentration et par conséquence celui de l'activité de l'exotuberculine.

A ce nouveau type d'exotuberculine nous avons donné le nom d'*exotuberculine saturée allergique*.

L'exotuberculine saturée est donc composée de la somme des produits excrétés par les bacilles tuberculeux à la suite des ensemencements effectués à six ou huit semaines d'intervalle, produits qui s'accumulent ainsi dans le même milieu.

L'exotuberculine saturée utilisée dans le diagnostic de la tuberculose bovine s'est révélée d'une activité de loin supérieure à l'exotuberculine simple obtenue en milieu Sauton, dans les conditions habituelles, avec des souches de bacilles tuberculeux identiques à celles employées pour la préparation de l'exotuberculine saturée.

La séance est levée à $16^h 15^m$.

L. B.

ERRATA.

(*Comptes rendus* du 13 novembre 1950.)

Note présentée le 30 octobre 1950, de M. *Jacques Valensi*, Sur le calcul élémentaire des coefficients caractéristiques du fonctionnement d'un turboréacteur pour les hauts régimes (sortie sonique) :

Page 1032, 4ᵉ ligne, *après* approximations, *ajouter* on trouve que.
» 6ᵉ ligne, *au lieu de* d'en déduire, *lire* de déduire de ce résultat.
» 11ᵉ ligne, *après* sionnel, *ajouter* et adiabatique.
» 15ᵉ ligne, *supprimer* de l'ordre de 0,5 ou.
» 16ᵉ ligne, *supprimer* et des pertes de chaleur.

Page 1034, 6ᵉ ligne, *après* les paramètres σ, k, η_t et η_c *supprimer le texte jusqu'à la fin de la Note et remplacer par* . Les valeurs ainsi obtenues sont tout à fait satisfaisantes et permettent d'effectuer ensuite avec une très bonne approximation tous les calculs où interviennent les performances du moteur dans le cas où la sortie est sonique.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de novembre 1950.

Chemische Technologie anorganische Technologie II, von Karl Winnacker und Ernst Weingaertner. München, Carl Hanser Verlag, 1950; 1 vol. 24cm,5.

Les apports de la mécanique ondulatoire à l'étude de la molécule. T. I. *Les propriétés chimiques des molécules étudiées à l'aide des méthodes de la mésomérie des orbites moléculaires et des diagrammes moléculaires*, par Pascaline et Raymond Daudel. Préface de Linus Pauling. Paris, Éditions de la Revue d'optique théorique et instrumentale, 1950; 1 vol. 22cm,5.

Statique et résistance des matériaux, par Paul Montel. Troisième édition. Paris, Gauthier-Villars, 1949; 1 vol. reproduction photomécanique, 25cm.

Manuels Ouest-africains. Vol. II. *Mollusques testacés marins de la côte occidentale d'Afrique*, par Maurice Nicklès. Paris, Paul Lechevalier, 1950; 1 vol. 25cm (présenté par M. R. Heim).

Pontificiæ academiæ scientiarum scripta Varia 7. *Semaine d'étude sur le problème biologique du cancer*. Citta del Vaticano, 1949; 1 vol. 25cm.

Strain specificity and production of antibiotic substances. IX. *Bacteriostatic and bactericidal properties of neomycin and development of resistant strains*, by David Weiss, Selman A. Waksman. Extrait de *Proceedings of the national academy of sciences*. Vol. XXXVI, n° 5, 1950; 1 fasc. 25cm,5.

Antimicrobial properties of neomycin, by Selman A. Waksman, Edward Katz, Hubert Lechevalier. Extrait de *The Journal of Laboratory and clinical medicine Saint-Louis*. Vol. XXXVI, n° 1, 1950; 1 fasc. 25cm.

Streptomycin and neomycin an antibiotic approach to tuberculosis, by Selman A. Waksman. Extrait de *British medical Journal*. Vol. ii, 1950; 1 fasc. 21cm,5.

Les inventeurs célèbres. Sciences physiques et applications, publié sous la direction de Louis Leprince-Ringuet. Paris, Les éditions d'art Lucien Mazenod, 1950; 1 vol. 30cm.

Institut national de la statistique et des études économiques. Études et Documents. *Pêcheries mondiales et marché du poisson*. T. I, par L. J. Lebret et J. Sauvée. Paris, Presses universitaires de France, 1950; 1 vol. 24cm.

Institut des parcs nationaux du Congo belge. *Exploration du parc national Albert. Mission G. F. de Witte* (1933-1935). Fasc. 34. *Coccinellidæ*. II Teil, von L. Mader. Bruxelles, 1950; 1 vol. 26cm.

Chimie et Industrie. XXIIIe Congrès de chimie industrielle, VIe Congrès de chimie pure et appliquée. Milan, septembre 1950; 1 fasc. 27cm,5.

Bernard creador de la medicina cientifica, por Jose Joaquin Izquierdo. Imprenta Universitaria de Mexico, 1942; 1 vol. 24cm.

Raudon cirujano poblano de 1810, por Jose Joaquin Izquierdo. Mexico, Ediciones ciencia, 1949; 1 vol. 24cm.

Académie des sciences de l'U.R.S.S. *Les travaux sur les fondements de la physique statistique*, par N. S. Krylov. Moscou, Leningrad, Maison des publications de l'Académie des sciences, 1950; 1 vol. 23^{cm}.

Federal security agency. Public health Service *An index of tumor chemotherapy*, by Helen M. Dyer. National Institute of Health, 1949 ; 1 vol. 23^{cm}.

La lèpre, par R. Chaussinand. Paris, L'Expansion scientifique française, 1950 ; 1 vol. 21^{cm},5 (présenté par M. J. Tréfouël).

Centre national de la recherche scientifique. *L'ozone atmosphérique*, par Charles Fabry. Préface de Jean Cabannes. Paris, Éditions du centre national de la recherche scientifique, 1950 ; 1 vol. 23^{cm},5.

Contribution à l'étude des silicoflagellidés actuels et fossiles, par Georges Deflandre. Extrait de *Microscopie*. T. II, 1950. Paris, Éditions de la Revue d'optique, 1950 ; 1 vol. 24^{cm}.

Œuvres scientifiques de Jean Perrin. Paris, Centre national de la recherche scientifique, 1950; 1 vol. 24^{cm}.

Annales de l'Institut Pasteur, publiées par la Direction de l'Institut Pasteur avec le concours des chefs de service et des chefs de laboratoire. T. LXXIX, n°5. *Volume jubilaire de Jules Bordet*. Paris, Masson et Cie, 1950; 1 vol. 25^{cm}.

Remise de la cravate de Commandeur de la légion d'honneur à M. le doyen Bigot, 18 février 1950. Caen, Imprimerie Ch. Le Tendre; 1 fasc. 22^{cm}.

Faune de l'empire français. XIV. *Lépidoptères rhopalocères de l'Océanie française*, par Pierre Viette. Paris, Office de la recherche scientifique Outre-Mer, 1950 ; 1 fasc. 28^{cm},5 (présenté par M. L. Fage).

Précis de technologie et de chimie industrielle. T. I. *Les problèmes généraux de l'industrie chimique*, par Pierre Carré. Cinquième édition. Paris, J.-B. Baillère, 1950 ; 1 vol. 25^{cm},5 (présenté par M. L. Hackspill).

Le système sanguin rhesus, par Andrée Tétry, in *Sciences d'aujourd'hui*. Paris, Albin-Michel, 1950; 1 vol. 18^{cm},5.

La genèse et la valeur de la connaissance positive, par Marcel Guichard, in *Bibliothèque de philosophie scientifique*. Paris, Flammarion, 1950; 1 vol. 19^{cm}.

Supplément à la flore générale de l'Indochine. T. I. Fasc. 9. *Ampélidacées, Sapindacées, Staphyléacées, Hippocastanéacées, Bretschneidéracées, Acéracées*, par F. Gagnepain. Paris, Muséun national d'histoire naturelle. Phanérogamie, 1950; 1 vol. 25^{cm}.

International council of scientific Unions. *The fifth general assembly of the International council of scientific Unions held at Copenhagen, september 14th to 16th 1949. Reports of Proceedings*, edited by F. J. M. Stratton. Cambridge, 1950; 1 vol. 24^{cm},5